# HATENT COOPERATION TREAT

## **PCT**

## **NOTIFICATION OF ELECTION**

(PCT Rule 61.2)

## From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner
US Department of Commerce
United States Patent and Trademark
Office, PCT
2011 South Clark Place Room
CP2/5C24
Arlington, VA 22202
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

Date of mailing (day/month/year)

06 April 2001 (06.04.01)

International application No.

PCT/NO00/00105

ETATS-UNIS D'AMERIQUE
in its capacity as elected Office

Applicant's or agent's file reference
112130 Sens1

International filing date (day/month/year)

23 March 2000 (23.03.00)

Priority date (day/month/year)

26 March 1999 (26.03.99)

**Applicant** 

JAGTØYEN, Andreas

1.	The designated Office is hereby notified of its election made:								
	X in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:								
	13 October 2000 (13.10.00)								
	in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:								
2.	The election X was								
	was not								
	made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).								

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

**Nestor Santesso** 

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

PATENT COOPER	RATION TREAT 1		
6 40	From the INTERNATIONAL BUREAU		
PCT	То:		
NOTIFICATION OF THE RECORDING OF A CHANGE  (PCT Rule 92bis.1 and Administrative Instructions, Section 422)	ONSAGERS AS P.O. Box 265 Sentrum N-0103 Oslo NORVÈGE		
Date of mailing (day/month/year) 18 October 2001 (18.10.01)			
Applicant's or agent's file reference 112130 Sens1	IMPORTANT NOTIFICATION		
International application No. PCT/NO00/00105	International filing date (day/month/year) 23 March 2000 (23.03.00)		
The following indications appeared on record concerning:      The applicant the inventor	the agent the common representative		
Name and Address	State of Nationality State of Residence NO NO		
SENSIT AS P.O. Box 2075 N-7001 Trondheim	Telephone No.		
Norway	Facsimile No.		
	Teleprinter No.		
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that to the person the name X the add			
Name and Address	State of Nationality State of Residence		
SENSIT AS Ingvald Ystgaardsv. 15 N-7047 Trondheim	Telephone No.		
Norway	Facsimile No.		
	Teleprinter No.		
3. Further observations, if necessary:			
4. A copy of this notification has been sent to:			
X the receiving Office	the designated Offices concerned		
the International Searching Authority the International Preliminary Examining Authority	X the elected Offices concerned other:		
The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer  Jaime LEITAO		
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38		

# WELTORGANISATION FUR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6:

G01S 13/02, H03H 9/42

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 97/26555

A1

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:

24. Juli 1997 (24.07.97)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/EP97/00256

(22) Internationales Anmeldedatum: 20. Januar 1997 (20.01.97)

(81) Bestimmungsstaaten: AU, CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(30) Prioritätsdaten:

135/96

18. Januar 1996 (18.01.96)

CH

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): TAGIX AG [CH/CH]; Gewerbepark, CH-5506 Mägenwil (CH).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STIERLIN, Roland [CH/CH]; Erlenweg 16, CH-5034 Suhr (CH).

(74) Anwalt: VOSSIUS & PARTNER; Siebertstrasse 4, D-81675 München (DE).

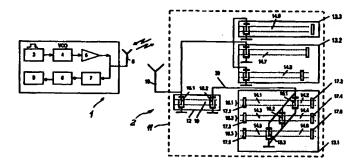
Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen

(54) Title: PROCESS FOR CONDUCTING A CONTACT-FREE REMOTE INQUIRY

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM DURCHFÜHREN EINER BERÜHRUNGSLOSEN FERNABFRAGE



## (57) Abstract

A transponder for conducting a contact-free remote inquiry contains at least one coding unit (13.1) with in each case several parallel coding channels (14.1 to 14.6). The inquiry signals received by an antenna (10) are then directed via a common delay-enhancing signal line (12), before being processed in the coding unit. The delay enhancing signal line (12) and the coding channels (14.1 to 14.6) are preferably integrated on the same SAW chip. The common signal line results in a propagation-time delay, which makes it easier to separate the responding signal from interfering environmental reflections. Since the delay-enhancing signal line is located in an independent acoustic channel on the SAW chip, the other coding channels (14.1 to 14.6) can be considerably shortened. The end result is a marked reduction in the chip area with comparable coding possibilities.

## (57) Zusammenfassung

Ein Transponder zur Durchführung einer berührungslosen Fernabfrage verfügt über mindestens eine Codiereinheit (13.1) mit jeweils mehreren parallelen Codierkanälen (14.1 bis 14.6). Die über eine Antenne (10) empfangenen Abfragesignale werden zunächst über eine gemeinsame laufzeiterhöhende Signalstrecke (12) geführt, bevor sie in der Codiereinheit verarbeitet werden. Die laufzeiterhöhende Signalstrecke (12) und die Codierkanäle (14.1 bis 14.6) sind vorzugsweise auf dem gleichen SAW-Chip integriert. Durch die gemeinsame Signalstrecke wird eine Laufzeitverzögerung herbeigeführt, die eine leichtere Trennung des Antwortsignals von störenden Umgebungsreflexionen ermöglicht. Indem die laufzeiterhöhende Signalstrecke in einem eigenständigen akustischen Kanal des SAW-Chips untergebracht ist, können die übrigen codierenden Kanäle (14.1 bis 14.6) beträchtlich verkürzt werden. Insgesamt resultiert eine deutliche Reduktion der Chipfläche bei vergleichbaren Codiermöglichkeiten.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenico	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
ΑÜ	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungam	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	1B	Trland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italica	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumanien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
<b>EE</b>	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Verfahren zum Durchführen einer berührungslosen Fernabfrage

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Durchführen einer berührungslosen Fernabfrage, wobei

a) eine Abfragestation ein Abfragesignal an einen mobilen Transponder aussendet und

- 2 -

b) dieses Abfragesignal im Transponder mit einer Antenne empfangen, durch Einkoppeln in mehrere parallele Codierkanäle in ein codiertes Antwortsignal umgewandelt und dann an die Abfragestation zurückgesendet wird.

Weiter betrifft die Erfindung eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens, einen Transponder für eine solche Anordnung und ein SAW-Element geeignet für einen Transponder.

Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist z.B. aus dem US-Patent 4,737,790 (Skele et al./X-Cyte Inc.) bekannt. Mit einer Abfragestation können dabei passive SAW-Transponder (sog. SAW-tags) identifiziert werden. Die Transponder verfügen über ein geeignet verpacktes SAW-Element (SAW = surface acoustic wave) aus piezoelektrischem Material und geeignete Antennen zum Empfangen und Abstrahlen von elektromagnetischen Wellen im Bereich von 905-925 MHz. Das SAW-Element modifiziert das empfangene Abfragesignal in Amplitude und Phase. Das Abfragesignal ist ein sog. Chirp-Signal, dessen Frequenz sägezahnartig im Bereich von 905-925 MHz variiert. Das SAW-Element verfügt über 16 verschiedene Ausbreitungspfade (akustische Codierkanäle). Ihre Signallaufzeiten sind für alle SAW-Elemente des Systems so festgelegt, dass sie sich jeweils um ein vorgegebenes Zeitintervall DeltaT unterscheiden. Die über verschiedene Pfade laufenden Signale weisen somit eine konstante (d. h. für alle tags gleiche) zeitliche Stufung auf. Beim Mischen des Abfragesignals mit den Antwortsignalen wird in der Abfragestation eine vorgegebene Anzahl von im voraus bekannten Differenzfrequenzen erzeugt.

Die Differenzfrequenzsignale entsprechen den Schwebungen zwischen dem Abfrage- und dem Antwortsignal. Sie werden von entsprechend abgestimmten Filtern verarbeitet. Da in jedem Ausbreitungspfad des SAW-Elements Dämpfungs- bzw. Phasen-schiebeelemente entsprechend dem transponderspezifischen Code eingebaut sind, lassen sich aus den Phasen bzw. Amplituden der Differenzfrequenzsignale die transponderspezifischen Codeinformationen gewinnen.

Ein Problem bei solchen und ähnlichen Fernidentifikationssystemen besteht darin, das Nutzsignal (Antwortsignal) möglichst gut von Störsignalen zu trennen. Störsignale entstehen dabei sowohl ausserhalb des Transponders (z. B. durch Reflexionen des Abfragesignals an metallischen Gegenständen) als auch innerhalb desselben (z. B. Mehrfachreflexionen zwischen Transducer und Reflektoren in den akustischen Kanälen).

Ein für die Kommerzialisierung von SAW-tags wichtiger Aspekt ist deren kostengünstige Produktion. Ein für die Stückkosten wichtiger Faktor ist dabei die Fläche des verwendeten SAW-Elementes. Je kleiner diese ist, desto preiswerter wird der tag. Die bekannten SAW-tags vermögen diesbezüglich noch nicht zu befriedigen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das sowohl eine wirksame Eliminierung von Störsignalen als auch eine kostengünstige Realisierung mittels SAW-Elementen erlaubt.

- 4 -

Gemäss der Erfindung besteht die Lösung darin, dass Abfragebzw. Antwortsignal im Transponder durch eine – den genannten Codierkanälen vor- bzw. nachgeschaltete – gemeinsame laufzeiterhöhende Signalstrecke geführt wird, um das Antwortsignal von störenden Umgebungs-Reflexionen des Abfragesignalstrennen zu können.

Im Rahmen der Erfindung wird für eine Mehrzahl von Codierkanälen eine einzige gemeinsame laufzeiterhöhende Signalstrekke (Verzögerungsstrecke) verwendet. Man ersetzt alsc insbesondere die nach dem Stand der Technik in jedem einzelnen Codierkanal eines SAW-tags vorhandene Verzögerungsstrecke und führt bewusst eine gemeinsame zusätzliche Verzögerungsstrecke ein. Dadurch können die nach- bzw. vorgeschalteten Codierkanäle auf eine minimale Länge gebracht werden, ohne die Gesamtlaufzeit des Abfrage- bzw. Antwortsignals im Transponder zu verkürzen. Entsprechend kann die für den SAW-Chip erforderliche Fläche erheblich verringert werden.

In den Codierkanälen wird vorzugsweise eine Laufzeitcodierung durchgeführt. Das Abfragesignal kann in den verschiedenen Codierkanälen entsprechend einem transponderspezifischen
Code unterschiedlich verzögert werden. Jeder Transponder ist
in diesem Fall letztlich durch die zeitliche Position der im
Abfragesignal enthaltenen Echos (bzw. der örtlichen Position
der Reflektoren) identifizierbar (Positionscodierung). Möglich ist aber auch eine Pulsform-, Amplituden- oder Phasencodierung ähnlich wie im eingangs zitierten Stand der Technik (vgl. z. B. US-4,737,790). Denkbar ist auch eine Frequenzcodierung (FSK-Prinzip).

Gewisse Codierkanäle können aber auch zur Erzeugung eines Referenzsignals verwendet werden. Das Antwortsignal enthält dann auch Signalkomponenten, deren Codierung der Abfragesta-

- 5 -

tion von vornherein bekannt sind und die nicht zur Identifizierung, sondern zur Kalibrierung (Gesamtlaufzeit, Temperatureffekte etc.) des Systems oder zur Messung einer physikalischen Grösse (insbesondere der Temperatur) am Ort des Transponders dienen können. Für die identifizierende einerseits und zu Kalibrier- und/oder Messzwecken dienende Codierung andererseits können unterschiedliche laufzeiterhöhende Signalstrecken verwendet werden. Denkbar ist auch, dass nur ein Teil der Codierkanäle an der gemeinsamen laufzeiterhöhenden Signalstrecke angehängt ist.

Die Erfindung eignet sich nicht nur für die Codierung und Identifizierung von Objekten, sondern auch für die Temperaturmessung. Mindestens einer der Codierkanäle (welcher nicht zur Identifikation dient) kann zur Temperaturmessung am Ort des Transponders verwendet werden. Eine solche Temperaturmessung beruht auf der Temperaturabhängigkeit der Signallaufzeit bei vorgegebener Reflektorposition. Im Prinzip wird die Temperatur des SAW-Elements durch Messung des Laufzeitunterschieds von mindestens zwei Antwortsignalkomponenten in verschiedenen Codepositionen bestimmt.

Eine Anordnung zur Durchführung einer erfindungsgemässen berührungslosen Fernabfrage verfügt über eine Abfragestation zum Aussenden eines Abfragesignals und zum Empfangen und Auswerten eines Antwortsignals, mindestens einen mobilen Transponder mit einer Antenne zum Empfangen des Abfragesignals und oder Abstrahlen des Antwortsignals und eine Codiereinheit mit mehreren parallelen Codierkanälen zum Umwandeln des Abfragesignals in ein Antwortsignal durch Codierung. Im Sinne der Erfindung ist vor bzw. nach der mindestens einen Codiereinheit eine allen entsprechenden Codierkanälen gemeinsame laufzeiterhöhende Signalstrecke angeordnet.

In der Praxis verfügt eine erfindungsgemässe Anordnung über eine Vielzahl von mobilen Transpondern bzw. SAW-tags (je nach Anwendung z. B. mehrere zehn oder mehrere zehntausend). Auch können an mehreren Orten Abfragestationen (entsprechend den jeweiligen Systemanforderungen) vorgesehen sein.

Vorzugsweise ist die von den Codierkanälen getrennte Signalstrecke auf einem SAW-Element ausgebildet. Am besten sind Signalstrecke und Codierkanäle auf dem gleichen SAW-Element (Chip) integriert. Es ist aber durchaus möglich, für die Signalstrecke einen eigenen SAW-Chip vorzusehen. Im übrigen ist nicht ausgeschlossen, dass die Codierkanäle nicht auf einem SAW-Element, sondern in anderer Weise ausgebildet sind (elektronische Schaltung). Es können auch mehrere unterschiedlich laufzeiterhöhende Signalstrecken vorhanden sein.

Die Codierkanäle können zur Erzeugung einer Laufzeitcodierung ausgebildet sein. D. h. die Länge der genannten Kanäle entspricht einem transponderspezifischen Code. Je kürzer die Codierkanäle sind, desto kleiner ist die benötigte Chipfläche. Man wird deshalb bestrebt sein, die Kanäle auf die zur Implementation der Codierung erforderliche Minimallänge zu beschränken.

Die Signalstrecke befindet sich zwischen der Antenne und der Codiereinheit. Die mit Reflektoren ausgerüsteten Codierkanäle reflektieren das Abfragesignal zu individuellen Zeitpunkten. Die Signalstrecke wird also sowohl vom Abfrage- als auch vom Antwortsignal durchlaufen. Denkbar ist auch ein Transponder, bei welchem die laufzeiterhöhende Signalstrecke nur einmal durchlaufen wird (z.B. wenn die Codiereinheit nicht im "Reflexionsbetrieb", sondern im "Durchlaufbetrieb" arbeitet). Für SAW-Chipanwendungen ist aber der doppelte Durchlauf der laufzeiterhöhenden Signalstrecke durchaus von

Vorteil, da bei vorgegebener Verzögerungszeit die für die Signalstrecke benötigte Chiplänge durch den Mehrfachdurchlauf reduziert wird ("Mehrfachbenutzung" der Signalstrecke).

Wenn Signalstrecke und Codiereinheit auf demselben SAW-Element integriert sind, dann können die entsprechenden Strukturen durch Transducer (Fingerelektrodenstrukturen), 90°-Reflektoren (z. B. Kopplung von zwei parallelen Kanälen durch zwei aufeinander ausgerichtete 90°-Reflektoren) oder durch RMSC-Strukturen (RMSC = Reversing multistrip coupler) gekoppelt werden. Im Unterschied zu den Ausführungsformen mit Transducern (bei welchen parasitäre Reflexionen des Signals bei -15 bis -20 dB auftreten können) sind die 90°-Reflektoren und die RMSC-Strukturen weitgehend frei von störenden internen Reflexionen.

Bei der Kopplung mit Transducern ergeben sich sowohl störende interne Reflexionen am Transducer der gemeinsamen Verzögerungsstrecken als auch störende Mehrfachreflexionen in den Codierkanälen. Die störenden internen Reflexionen oder deren Einflüsse können aber durch geeignete Ausführung der Transducer und/oder geeignete Wahl der Kanallängen minimiert werden.

In aller Regel werden Signalstrecke und Codierkanäle auf einem SAW-Chip durch parallele akustische Kanäle gebildet. Die Codierkanäle können durch ein- oder beidseitig abstrahlende Transducerstrukturen angeregt werden. Im erstgenannten Fall sind nur auf der einen, im zweitgenannten auf beiden Seiten codespezifisch positionierte Reflektoren vorgesehen. Bei beidseitig abstrahlenden Transducern speist im Prinzip jeder Transducer zwei Codierkanäle. Bei z. B. acht Codierkanälen können zur weiteren Minimierung der erforderlichen Chipfläche des SAW-Elements mit einem ersten Transducer z. B. der

längste und der kürzeste, mit einem zweiten der zweitlängste und der zweitkürzeste Codierkanal etc. gespeist werden. Die Reflektoren können z. B. in fest vorgegebenen Positionen angeordnet sein, so dass die Laufzeitcodierung durch die Transducerposition bestimmt ist. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Transducer in geometrisch fest vorgegebenen Positionen auf dem SAW-Element anzuordnen und dann die Reflektoren codespezifisch zu positionieren. Welche dieser Varianten gewählt wird, hängt vor allem von herstellungstechnischen Umständen und Möglichkeiten ab (z. B. Präzision, Reproduzierbarkeit bei der Positionierung der Mikrostrukturen und Herstellungskosten).

Da die schwächste Komponente des Antwortsignals die Lesedistanz bestimmt, sind Massnahmen vorteilhaft, die die Dämpfung in den verschiedenen Codierkanälen auf gleiches Niveau bringen. Dies ist von besonderer Bedeutung im Frequenzbereich oberhalb 1 GHz, da dort die Dämpfung von SAW-Signalen erheblich grösser ist als im Frequenzbereich unter 1 GHz. So können z. B. in Codierkanälen mit grösseren Laufzeiten mehr Elektrodenfinger im Reflektor vorgesehen sein als in Kanälen mit kleineren Laufzeiten, so dass ein verhältnismässig grösserer Anteil der Oberflächenwelle reflektiert wird und damit die grösseren Dämpfungsverluste bei längeren Laufzeiten kompensiert werden können. Auch kann die Apertur der Kanäle entsprechend der Länge festgelegt sein, so dass sich laufzeitbedingte Dämpfung einerseits und aperturbedingte Dämpfung andererseits in den verschiedenen Kanälen (nach Möglichkeit) ausgleichen.

Als Substrat für ein SAW-Element eignet sich z. B. 128-LiNbO $_3$  oder YZ-LiNbO $_3$ .

Weitere bevorzugte Ausführungsformen und Merkmalskombinatio-

nen ergeben sich aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche.

Die zur Erläuterung der Ausführungsbeispiele verwendeten Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 Eine schematische Darstellung einer Anordnung zur Durchführung einer berührungslosen Fernidentifikation;
- Fig. 2a, b Zeitdiagramme zur Erläuterung der bevorzugten Laufzeitcodierung;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer SAW-Einheit mit integrierter Verzögerungsstrecke und beidseitig abstrahlenden Transducern;
- Fig. 4 eine Alternative zur Ausführungsform gemäss Fig. 2 mit einseitig abstrahlenden Transducern;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer SAW-Einheit mit 90°-Reflektoren;
- Fig. 6 eine schematische Darstellung einer einzelnen RMSC-Struktur;
- Fig. 7 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform mit RMSC-Kopplung zwischen laufzeiterhöhender Signalstrecke und Codierkanälen.

Grundsätzlich sind in den Zeichnungen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Bevor auf den Kern der Erfindung eingegangen wird, soll zunächst das Gesamtsystem kurz erläutert werden.

Fig. 1 zeigt ein grobes Blockschaltbild einer Abfragestation 1 und eines Transponders 2. Die z. B. ortsfeste Abfragestation 1 sendet ständig Abfragesignale aus und wertet eintreffende Antwortsignale von mobilen, in der Nähe befindlichen Transpondern 2 aus. Beim Transponder 2 handelt es sich um ein passives Element mit einer (vorzugsweise integrierten) Antenne 10 und einer SAW-Einheit 11. Er ist z. B. als flaches Plättchen oder als Karte ausgebildet und an dem zu identifizierenden Gegenstand als Markierung (Label) angebracht.

Die Abfragestation verfügt über einen Pulsformer 3, welcher geeignet geformte Pulse einer mittleren Dauer von z.B. 5-10 ns erzeugt. Er steuert den Trägersignalgenerator 4 (VCO) an, welcher ein frequenzstabilisiertes Signal von z.B. 2.45 GHz erzeugt. Das resultierende Abfragesignal wird mit einem Verstärker 5 verstärkt und über eine Antenne 6 abgestrahlt.

Nach Verstreichen eines günstig gewählten minimalen Zeitintervalls  $\mathbf{T}_0$  trifft das Antwortsignal des Transponders 2 ein. Dieses wird einem Demodulator 7 und dann einer Diskriminator/Decodierschaltung 8 zugeführt. Der Demodulator 7 demodu-

liert die Signalkomponenten, während die Diskriminator/Decodierschaltung 8 die relative zeitliche Verzögerung der Signalkomponenten detektiert und entsprechend dem Zeitraster decodiert. Der Code wird z. B. in einem Speicher 9 (welcher z. B. durch einen nicht dargestellten externen Computer lesbar ist) zwischengespeichert.

Im Transponder 2 wird das über die Antenne 10 empfangene Abfragesignal über eine erfindungsgemässe laufzeiterhöhende Signalstrecke 12 zu einer Codiereinheit 13.1 geführt. Letztere verfügt über eine Mehrzahl von Codierkanälen. Die Funktion der Codierkanäle soll anhand einer bevorzugten Signalcodierung erläutert werden.

Fig. 2a zeigt schematisch eine mögliche Signalkonstellation (auf der Abszisse ist die Zeit t aufgetragen). Zum Zeitpunkt t = 0 wird ein z. B. pulsförmiges Abfragesignal Q mit einer Trägerfrequenz von z. B. 2.45 GHz ausgesendet. Die Pulsdauer beträgt vorzugsweise weniger als 20 ns (z. B. 5 ns). Ein in Reichweite befindlicher Transponder empfängt das Abfragesignal Q und wandelt es mit Hilfe einer SAW-Einheit in ein Antwortsignal um, das im vorliegenden Beispiel fünf Signalkomponenten  $R_1$ , ...,  $R_5$  aufweist. Die SAW-Einheit ist dabei so gestaltet, dass bis zum Empfang der ersten Signalkomponente  $R_1$  ein Zeitintervall  $T_0$  verstreicht, das vorzugsweise mindestens halb so gross wie das Zeitintervall  $T_1$  ist. Auf diese Weise kann das Nutzsignal wirkungsvoll von reflexionsbedingten Umgebungsstörsignalen befreit werden (externe Reflexionen).

Das Zeitintervall  $T_2 = T_1 - T_0$ , dessen Länge für das System (welches in der Regel eine Vielzahl von Transpondern umfasst) fest vorgegeben ist, ist aufgeteilt in eine Vielzahl von (im vorliegenden Beispiel fünf) Zeitfenstern  $S_1$ , ...,

 $S_5$ , die alle gleich gross sind (z. B. 125 ns). Alle Transponder des Systems sind so ausgeführt, dass in jedem der fünf Zeitfenster  $S_1$ , ...,  $S_5$  genau eine Signalkomponente  $R_1$ , ...,  $R_5$  auftritt.

Die Zeitfenster  $S_1$ , ...,  $S_5$  können gemäss einer bevorzugten Ausführungsform durch einen zusätzlichen Zeitschlitz dS getrennt werden (z. B. dS = 25 ns). Damit kann der minimal mögliche Zeitabstand zwischen zwei Signalkomponenten in benachbarten Zeitfenstern nach Bedarf zusätzlich verlängert werden (vgl. auch Fig. 2b).

Gemäss der bevorzugten Signalcodierung ist nun die Position einer Signalkomponente  $R_1, \ldots, R_5$  innerhalb des entsprechenden Zeitfensters  $S_1, \ldots, S_5$  von der im Transponder realisierten Codierung abhängig. Die Abfragestation muss daher zur Identifizierung die zeitlichen Positionen  $T_{k1}, \ldots, T_{k5}$  des Transponders k bestimmen.

Fig. 2b veranschaulicht die Decodierung des Antwortsignals. Alle Zeitfenster  $S_1$ , ...,  $S_5$  (das letzte Zeitfenster ist in Fig. 2b nicht mehr dargestellt) sind in eine vorgegebene Anzahl von z. B. fünf Zeitschlitzen  $s_{11}$ , ...,  $s_{15}$ ,  $s_{21}$ , ...,  $s_{25}$ ,  $s_{31}$ , ... etc. einer Dauer von z. B. je 25 ns aufgeteilt. (Die Länge eines Zeitfensters  $S_1$ , ...,  $S_5$  beträgt in diesem Fall also 125 ns.) Nach dem bekannten Prinzip der matched filter-Technik werden die Signalkomponenten  $R_1$ , ...,  $R_5$  detektiert und dem jeweiligen Zeitschlitz (hier z. B.  $s_{11}$ ,  $s_{21}$ ,  $s_{35}$ ,  $s_{43}$ ) zugeordnet. Die Kombination der Zeitpositionen ergibt den transponderspezifischen Code.

In Fig. 2b sind gestrichelt andere mögliche Positionen von Signalkomponenten angedeutet (Zeitschlitze  $s_{13}$ ,  $s_{25}$ ,  $s_{32}$ ,  $s_{42}$  etc.), wie sie bei einem anderen Transponder vorliegen

- 13 -

könnten. Diese Verteilung der Signalkomponenten würde natürlich zu einem anderen Code führen. Offensichtlich können mit fünf Zeitfenstern zu je fünf Zeitschlitzen 5<sup>5</sup> = 3125 Codes unterschieden werden. In der Praxis wird man die Zahl der Fenster oder der Zeitschlitze erhöhen (bei zehn Fenstern zu fünf Schlitzen stehen bereits 5<sup>10</sup> d. h. ca. 10<sup>7</sup> Codes zur Verfügung). Je kleiner die Breite eines Schlitzes, desto grösser die Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit der SAW-Einheit und desto schwieriger die Detektion. Es ist natürlich nicht erforderlich, dass die Antwortsignalkomponenten vollständig innerhalb eines Zeitschlitzes liegen. Es ist durchaus denkbar, dass sie beidseits aus einem Zeitschlitz herauslappen, wobei jedoch dann zumindest der "Energieschwerpunkt" hinreichend genau lokalisierbar sein muss.

Die Länge des Zeitintervalls  $T_0$  hängt natürlich nicht nur vom Transponder selbst, sondern auch von seinem Abstand zur Abfragestation ab.

Anstelle von pulsförmigen Abfragesignalen können bevorzugt sog. Chirp-Signale (Signale mit sägezahnförmigem Frequenz-verlauf) verwendet werden. Das Antwortsignal besteht dann aus unterschiedlich gegeneinander verschobenen (bzw. verzögerten), überlagerten Chirp-Signalen. Die Differenzfrequenzen entsprechen den unterschiedlichen Signalverzögerungen. Sie können mit an sich bekannten Filtern extrahiert werden.

Die als SAW-Element ausgebildete Codiereinheit 13.1 verfügt im vorliegenden Beispiel über sechs Codierkanäle 14.1 bis 14.6, welche je eine Antwortsignalkomponente mit codespezifischer Verzögerung erzeugen. Physikalisch sind die Codierkanäle 14.1 bis 14.6 in drei akustischen Kanälen 15.1 bis 15.3 verwirklicht. In jedem akustischen Kanal 15.1 bis 15.3 sind eine Transducerelektrode 16.1 bis 16.3 und zwei Reflek-

toren 17.1 und 17.2 resp. 17.3 und 17.4 resp. 17.5 und 17.6 vorgesehen. Die Transducerelektroden 16.1, 16.2, 16.3 sind derart zwischen den zwei entsprechenden Reflektoren 17.1, 17.2 resp. 17.3, 17.4 resp. 17.5, 17.6 angeordnet, dass die sechs erwähnten Codierkanäle mit codespezifischer Länge gebildet werden.

Zwischen Antenne 10 und Codiereinheit 13.1 ist die laufzeiterhöhende Signalstrecke 12. Sie ist ebenfalls auf einem SAW-Element implementiert und stellt sicher, dass das Antwortsignal die bereits erwähnte minimale Laufzeitverzögerung Tohat. Die minimale Laufzeitverzögerung Towird bewusst nicht in den einzelnen Codierkanälen 14.1 bis 14.6, sondern in einem vor- bzw. nachgeschalteten separaten Element bzw. Signalpfad erzeugt. Wenn nämlich die erforderliche minimale Signalverzögerung in jedem einzelnen Codierkanal (quasi zusammen mit der Codierung) eingeführt wird, dann wird insgesamt viel mehr Substratoberfläche benötigt als bei der erfindungsgemässen Ausführung.

Es ist nicht zwingend, dass die ganze Verzögerung  $T_0$  (initial delay) in der getrennten Signalstrecke 12 realisiert ist. Flächenmässige Einsparungen können sich z. B. auch bei 50-80iger Auslagerung von  $T_0$  in die Signalstrecke 12 ergeben.

Das von den Antenne 10 empfangene Abfragesignal wird also über eine erste Transducerelektrode 18.1 in einen akustischen Kanal 19 eines SAW-Element eingekoppelt, dort um eine Zeit t<sub>delay</sub> = L/V (wobei L die Distanz zwischen den Transducerelektroden 18.1, 18.2 und V die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Signals im akustischen Kanal 19 bezeichnet) verzögert, dann über die Transducerelektrode 18.2 ausgekoppelt und über eine elektrische Leitung 20 zur Codiereinheit 13.1

geführt. In dieser wird das z. B. pulsförmige Abfragesignal entsprechend der jeweiligen Länge der Codierkanäle 14.1 bis 14.6 verzögert reflektiert und dann – in Form eines Antwortsignals – ein zweites Mal in der Signalstrecke 12 um tdelay verzögert. Die gesamte Signalverzögerung durch die Signalstrecke 12 ist also tinit = 2L/V. Um z. B.  $t_{init}$  = 1 ms zu erzeugen, werden auf einem  $128-LiNbO_3-Substrat$  L = 1990  $\mu m$ , d. h. etwa 2 mm benötigt. Vorzugsweise ist  $t_{init}$  etwa gleich gross oder geringfügig (z. B. 10%) kleiner als  $T_0$ .

In Fig. 1 ist im Sinne einer Option eine Erweiterung der SAW-Einheit 11 gezeigt, die darin besteht, dass neben der Codiereinheit 13.1 weitere Codiereinheiten 13.2, 13.3 mit Codierkanälen 14.7, 14.8 bzw. 14.9 vorgesehen sind. Diese weiteren Codiereinheiten 13.2, 13.3 sind direkt an der Antenne 10 angeschlossen und benutzen daher die gemeinsame laufzeiterhöhende Signalstrecke 12 nicht. Die Codiereinheit 13.3 kann z. B. als Referenzkanal ausgebildet sein, welcher bei allen Transpondern gleich ist. Im Antwortsignal kann auf diese Weise eine Referenzsignalkomponente erzeugt werden, welche für alle Transponder des Systems gleich ist. Die parallel zur Codiereinheit 13.3 betriebene Codiereinheit 13.2 kann z. B. eine gruppenspezifische Codierung erzeugen.

Den Codiereinheiten 13.2, 13.3 kann z. B. auch eine eigene laufzeiterhöhende Signalstrecke eingeschoben werden. D. h. es können in einem Transponder bzw. einer SAW-Einheit 11 gewünschtenfalls auch mehrere unterschiedlich lange laufzeiterhöhende Signalstrecken vorgesehen sein.

Fig. 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung, bei welcher auf einem einzigen SAW-Chip 21 neben den (beispielsweise drei) zur Codierung dienenden akustischen Kanälen 22.1 bis 22.3 ein zusätzlicher Kanal 22.4 als laufzeiterhöhende Signalstrecke vorgesehen ist. Die vier akustischen Kanäle 22.1, ..., 22.4 sind so angeordnet und bemessen, dass eine möglichst kleine und möglichst quadratnahe Fläche erforderlich ist. In einer bevorzugten Ausführungsform wird die gemeinsame laufzeiterhöhende Signalstrecke mindestens etwa gleich lang sein wie der längste Codierkanal.

Die Transducer 37.1 bis 37.3 sind auf einer bezüglich der Chipfläche diagonalen Linie auf die Kanäle 22.1 bis 22.3 verteilt. Bei der Codierung durch Positionieren der Reflektoren 38.1 bis 38.6 ist die Position der Transducer 37.1 bis 37.3 auf einer geeignet gewählten (diagonalen) Linie vorgegeben, während die Position der Reflektoren 38.1 bis 38.6 von Transponder zu Transponder variiert entsprechend dem jeweils zu implementierenden Code. Bei Codierung durch Positionieren der Transducer 37.1 bis 37.3 sind umgekehrt die Positionen der Reflektoren 38.1 bis 38.6 fest vorgegeben, während die Position der Transducer 37.1 bis 37.3 von Transponder zu Transponder entsprechend dem zu verwirklichenden Code ändert. Die Reflektoren 38.1, 38.3 und 38.5 einerseits, sowie 38.2, 38.4 und 38.6 andererseits können dann z.B. auf einer gemeinsamen, zum entsprechenden nächsten Rand des SAW-Chips 21 parallelen Linie angeordnet sein.

Bei fest vorgegebener Apertur eines akustischen Kanals nimmt die Dämpfung der Oberflächenwellen mit der Distanz zu. Um nun die Dämpfung in längeren Kanälen zu reduzieren, kann die Apertur vergrössert werden. Es ist deshalb von Vorteil, wenn längere Codierkanäle eine grössere Apertur als kürzere haben. Da der akustische Kanal 22.4, der als Signalstrecke dient, wie bereits erwähnt meist die grösste Länge haben wird, ist seine Apertur mit Vorteil grösser als diejenige der Codierkanäle. Die erfindungsgemässe Abspaltung der gemeinsamen Signalverzögerung (in einem eigenständigen akusti-

schen Kanal) erlaubt daher auch eine Optimierung der Verhältnisse der Aperturen der verschiedenen Codierkanäle. Dies ist besonders einfach zu realisieren bei der nachfolgend beschriebenen Ausführungsform gemäss Fig. 4 (d. h. Codierkanal = akustischer Kanal). Optimierung der Signaldämpfung und Minimierung der Chipfläche können infolgedessen bei der Erfindung Hand in Hand gehen.

In der Ausführungsform gemäss Fig. 4 sind wiederum auf einem einzigen SAW-Chip 23 ein eigenständiger akustischer Kanal 24.1 für die gemeinsame Anfangsverzögerung  $T_0$  und drei akustische Kanäle 24.2 bis 24.4 für die Signalcodierung vorgesehen. Von der Antenne wird das elektrische Signal über eine erste Transducerelektrode 26 am einen Ende des Kanals 24.1 eingespeist. Am gegenüberliegenden Ende des Kanals 24.1 greift eine Transducerelektrode 25.1 die Oberflächenwellen ab und überträgt ein entsprechendes elektrisches Signal an die parallelgeschalteten Transducerelektroden 25.2 bis 25.4 in den Kanälen 24.2 bis 24.4. Die Transducerelektroden 25.1 bis 25.4 sind dabei an einer Seite des SAW-Chips 23 in einer Linie angeordnet. Die zur Codierung erforderlichen Reflektoren 27.1 bis 27.3 sind in den Kanälen 24.2 bis 24.4 in codespezifischen Positionen angebracht (codespezifisch heisst z. B., dass die Reflektoren 27.1 bis 27.3 in unterschiedlichen Transpondern des Systems unterschiedliche Positionen haben).

Der Vorteil der geometrischen Anordnung gemäss Fig. 4 besteht darin, dass die elektrischen Verbindungsleitungen zwischen den Transducerelektroden 25.1 bis 25.4 relativ kurz sind und daher Widerstandsverluste minimiert werden können. Auch haben die einseitig abstrahlenden Transducerelektroden 25.2 bis 25.4 kleinere Verluste als die zweiseitig abstrahlenden gemäss Fig. 3. Allerdings hat die Ausführungsform ge-

mäss Fig. 4 nur halb soviele Codierkanäle wie diejenige gemäss Fig. 3. Entsprechend ist die Zahl der zur Verfügung stehenden Codes geringer.

Wenn die Verluste in den elektrischen Verbindungen zwischen den Transducerelektroden 25.1 bis 25.4 minimiert werden sollen, dann kann es von Vorteil sein, den als laufzeiterhöhende Signalstrecke dienenden akustischen Kanal in der Mitte (statt am Rand wie in Fig. 4) zu plazieren. Die in Fig. 4 gezeigten Verbindungsleitungen (busbars) sollen einen kleinen Widerstand im Sinne des folgenden Kriteriums aufweisen:

 $2\pi f * R * C << 1$ 

R bezeichnet den parasitären Leitungswiderstand, C die gesamte statische Kapazität der IDT-Elektrodenstruktur (IDT = interdigital transducer) und f die Arbeitsfrequenz (z. B. f = 2.45 GHz).

Bei der erfindungsgmässen Auslagerung einer gemeinsamen Verzögerungsstrecke können die störenden internen Reflexionen durch die nachfolgend beschriebenen Massnahmen (insbesondere 90°-Reflektoren und RMSC-Strukturen) gegenüber den Antwortsignalkomponenten stark (z. B. mehr als -20 dB) reduziert werden.

Fig. 5 zeigt eine Variante zu Fig. 4, bei welcher die Kopplung zwischen den akustischen Kanälen 29.1 bis 29.4 des SAW-Chips 28 nicht mit Hilfe von Transducerelektroden, sondern mit entsprechend angeordneten 90°-Reflektoren 30.1 bis 30.4 erfolgt. Der in der Darstellung gemäss Fig. 5 zuoberst angeordnete Kanal 29.1 verfügt über einen 90°-Reflektor 30.1, welcher die Oberflächenwellen aus dem Kanal im 90°-Winkel hinausreflektiert (in der Darstellung gemäss Fig. 5 nach

WO 97/26555

"unten"). Die 90°-Reflektoren 30.2 bis 30.4 sind so auf den 90°-Reflektor 30.1 ausgerichtet, dass ein Teil der im 90°-Winkel ausgekoppelten Oberflächenwelle in den jeweiligen Kanal 29.2 bis 24.4 eingekoppelt wird. Dort läuft sie zu den Reflektoren 31.1, 31.2, 31.3 (180°-Reflektoren), wird reflektiert und über die 90°-Reflektoren wieder zurück in den Kanal 29.1 gelenkt.

Der Winkel zwischen den schräg verlaufenden Fingerelektroden der 90°-Reflektoren und der kristallografischen x-Koordinate ist nahe bei 45° und hängt von der Anisotropie des benutzten Substrats ab. (Für die – in anderem Zusammenhang an sich bekannte – Bemessung solcher 90°-Reflektoren wird auf das Buch "Surface-wave devices for signal processing", D. Morgan, Elsevier, 1985, verwiesen.)

Eine Variante könnte auch darin bestehen, dass nur der 90°Reflektor 30.1 vorhanden ist und dass die Codierkanäle direkt in Richtung der um 90° umgelenkten Oberflächenwelle
liegen. D. h. die Reflektoren 31.1 bis 31.3 werden in einem
einzigen Kanal (senkrecht zum Kanal 29.1) und ausgerichtet
auf den 90°-Reflektor 30.1 angeordnet. Denkbar wäre auch,
dass im Kanal 29.1 mehrere 90°-Reflektoren vorgesehen sind
(z. B. für jeden Codierkanal einer), wobei die akustischen
Kanäle für die Codierung parallel zueinander aber senkrecht
zum laufzeiterhöhenden Kanal 29.1 stehen würden.

Die Ausführungsform gemäss Fig. 5 hat folgende Vorteile:

1. Da die Periodizität der Elektroden für die schrägen Reflektoren in x-Richtung gleich der Wellenlänge (Lambda) sein muss, beträgt die Breite der Elektrodenfinger etwa Lambda/2√2. D. h. sie ist um den Faktor √2 grösser als die entsprechende Breite von Lambda/4 für die mit senk-

recht einfallenden Wellen arbeitenden Reflektoren. Das ist ein wichtiger Vorteil für den 2.45 GHz-Frequenzbereich.

- 2. Die Widerstandsverluste in den Elektroden sind kleiner, da kein elektrischer Stromfluss von einer Elektrode zur anderen existiert (alle Ströme sind lokal).
- 3. Der 90°-Reflektor ist nicht empfindlich auf (herstellungsbedingte) Kurzschlüsse zwischen den Fingern oder Unterbrüche in den Fingern.
- 4. Es gibt nahezu keine störenden internen Reflexionen, wodurch insbesondere auch parasitäre Dreifachreflexionen (zwischen den Reflektoren) wegfallen.
- 5. Die Wellenausbreitung quer zur x-Koordinate des Kristalls führt zusätzliche und im Rahmen der Erfindung bevorzugte Signalverzögerungen ein. Entsprechend kann die Chipfläche optimiert bzw. minimiert werden.
- 6. Die Dämpfungsverluste (attenuation loss) können kompensiert werden sowohl durch Verändern der Anzahl Finger in den 90°- bzw. 180°-Reflektoren als auch durch Aendern der Apertur der Kanäle.

Insgesamt zeichnet sich diese Ausführungsform somit durch eine grosse Flexibilität bei der Dimensionierung, eine heute erleichterte Herstellbarkeit (höhere Ausbeute) und durch erheblich reduzierte interne Störreflexe aus.

Fig. 7 zeigt eine weitere Möglichkeit, einen laufzeitverzögernden Kanal 32.1 mit codierenden Kanälen 32.2 bis 32.4 zu koppeln. Die Kopplung erfolgt mit einer RMSC-Struktur (Re-

versing multistrip coupler), wie sie beispielhaft in Fig. 6 dargestellt ist.

Es handelt sich dabei um eine Elektrodenstruktur auf einem piezoelektrischen Substrat mit drei Elektrodenfingern 33.1, 33.2, 33.3 pro Periode (Wellenlänge) im Kanal 35 resp. 33.4, 33.3, 33.6. Sie erstreckt sich über zwei oder mehrere akustische Kanäle. Jeweils zwei Elektrodenfinger in jeder Gruppe (Periode) sind in der relativen Reihenfolge vertauscht. Um technologisch aufwendige und damit teure Elektrodenüberkreuzungen vermeiden zu können, ist die Struktur der Elektrodenfinger 33.1, 33.2 etc. von einer ring- (bzw. C-)förmigen Elektrode 34 umgeben (ring ground electrode).

Aus Fig. 6 ist folgendes zu erkennen: Der erste Elektrodenfinger 33.1 ist am oberen Seitenarm der Elektrode 34 angeschlossen und erstreckt sich nur über den ersten Kanal 35. In einem kleinen (durch die Wellenlänge vorgegebenen) Abstand befindet sich parallel der nächste Elektrodenfinger 33.2. Er erstreckt sich über beide Kanäle 35 und 36, ist aber an keinem der beiden Arme der Elektrode 34 angeschlossen. Der Elektrodenfinger 33.3 ist ebenfalls nicht an der Elektrode 34 angeschlossen. Er erstreckt sich über beide Kanäle 35, 36. Der nächste Elektrodenfinger 33.5 wiederum ist wie der erste Elektrodenfinger 33.1 nur am oberen Arm der Elektrode 34 angeschlossen und erstreckt sich nur über den oberen Kanal 35. Im unteren Kanal 36 kommt der Elektrodenfinger 33.4 als erster in der Periode. (Er erstreckt sich nur über den unteren Kanal 36 und ist auch nur am unteren Arm der Elektrode 34 angeschlossen.) Als nächstes folgt der Elektrodenfinger 33.3 und als drittes der Elektrodenfinger 33.6. Die Struktur der Elektrodenfinger 33.1, 33.2, 33.3 setzt sich im oberen Kanal 35 periodisch fort. Dasselbe gilt für die Elektrodenfinger 33.4, 33.3, 33.6. Vertauscht sind

also die relativen Positionen des zweiten und dritten Elektrodenfingers in jeder Periode. Die Elektrodenfinger 33.1 und 33.4 können statt über die Elektrode 34 auch direkt (d. h. durch Ueberkreuzen des Elektrodenfingers 33.2) verbunden werden. Allerdings ist diese Variante herstellungstechnisch aufwendiger und daher weniger bevorzugt. Weitere Erläuterungen der als solche bekannten RMSC-Struktur erübrigen sich (vgl. z. B. E. Danicki, "A SAW resonator filter exploiting RMSCs", 1994, Frequency Control Symp. Proc.).

Die vertauschten Elektrodenfinger führen dazu, dass die durch die einfallende akustische Oberflächenwelle im Kanal 35 erzeugte Potentialwelle im Kanal 36 zu einer entgegengesetzt laufenden Potential- bzw. Oberflächenwelle führt (sofern die Periode der Elektrodenstruktur der Wellenlänge angepasst ist d. h. ungefähr gleich gross ist).

Die RMSC-Struktur kann auf der Grundfrequenz und der zweiten Harmonischen arbeiten. Die Breite der Elektroden bei Betrieb in der Grundfrequenz ergibt sich zu Lambda/6 (z. B. Lambda/6 = 0,26 µm bei Grundfrequenz 2.45 GHz).

Bei Betrieb in der zweiten Harmonischen ergibt sich eine vorteilhafte Verdoppelung der Elektrodenbreite (z. B.  $0,52~\mu m$ ).

RMSC-Strukturen haben diverse Vorteile. Sie arbeiten auf der Basis einer elektromechanischen Kopplung der Oberflächenwellen und der elektrischen Felder. Ein besonders wichtiger Vorteil ist dabei, dass die störende Rückwärtsreflexion in denselben Kanal sehr schwach ist. Insbesondere können die störenden Reflexionen am Transducer 18.2 (Fig. 1) und Mehrfachreflexionen in den Codierkanälen 32.2, ..., 32.4 sehr stark reduziert werden. Weiter ist die Wellenübertragung und

Reflexion vom einen Kanal in den anderen fast vollständig, wenn die Zahl der Elektrodenfinger hinreichend gross ist, d. h. von der Grössenordnung 3 \* (DeltaV/V)<sup>-1</sup>, wobei DeltaV/V der an sich bekannte Kopplungsfaktor zur Beschreibung der Stärke des Piezoeffektes bei akustischen Oberflächenwellen ist.

Die Ausführungsform gemäss Fig. 7 verwendet also eine RMSC-Struktur wie sie anhand der Fig. 6 näher erläutert worden ist. Die C-förmige Elektrode 37 umgreift alle vier akustischen Kanäle 32.1 bis 32.4. Der Kanal 35 in Fig. 6 entspricht in Fig. 7 dem Kanal 32.1 für die Laufzeitverzögerung. Der Kanal 36 gemäss Fig. 6 ist in der Ausführungsform gemäss Fig. 7 auf drei getrennte akustische Kanäle 32.2 bis 32.4 zur Codierung aufgeteilt. Die im obersten Kanal 32.1 auf die RMSC-Struktur fallende Welle wird also in die drei Kanäle 32.2 bis 32.4 gekoppelt und mit umgekehrter Ausbreitungsrichtung ausgestrahlt. Sinngemäss werden die codespezifischen Reflexionen aus den Kanälen 32.2 bis 32.4 in den Kanal 32.1 zurückgeführt und dort in entgegengesetzter Richtung ausgestrahlt. Gemäss einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind die Elektrodenfinger zwischen den codierenden akustischen Kanälen 32.2 und 32.3 resp. 32.3 und 32.4 V-förmig deformiert. Dadurch wird verhindert, dass Oberflächenwellen zwischen den akustischen Kanälen 32.2 bis 32.4 ausgestrahlt werden. Selbstverständlich können anstelle der V-förmigen auch andere Deformationen vorgesehen sein (zur Verhinderung unerwünschter SAW-Abstrahlung).

Es ist zwar möglich, dass Reflexionen aus einem codierenden Kanal (z. B. 32.4) in einen anderen (z. B. 32.3) gekoppelt werden. Da die Elektrodenfinger in allen codierenden Kanälen die gleiche Reihenfolge haben, gibt es jedoch keine Richtungsumkehr, so dass die erwähnte Einkopplung in die falsche

Richtung (d. h. nicht gegen die Reflektoren) erfolgt und infolgedessen ausser Betracht fällt.

Als Substrat für das SAW-Element wird vorzugsweise 128-LiNbO<sub>3</sub> verwendet. Dieses Material zeichnet sich durch starke piezoelektrische Kopplung aus, was wichtig zur Verminderung der Verluste von verhältnismässig breitbandigen Transducern ist. Weiter hat dieses Material eine hohe Oberflächenwellen-Geschwindigkeit und ein niedriges Niveau parasitärer Bulk-Wellen. Andere Substrate sind jedoch ebenfalls möglich. Für die Ausführungsform mit den 90°-Reflektoren beispielsweise ist YZ-LiNbO<sub>3</sub> von Vorteil wegen den geringen Streuverlusten (diffraction losses).

Die Transducer können als sog. "split electrode transducers" ausgebildet sein, welche auf der dritten Harmonischen arbeiten. In diesem Fall ist die Breite der Elektrode für 128-LiNbO3 etwa 0,6 µm (so auch die Abstände zwischen den Elektrodenfingern). Für sog. "self-matched" Transducer (d. h. Transducer, bei welchen der imaginäre Teil der Admittanz nahe bei Null ist), benötigt man eine Struktur mit etwa 25 gespaltenen Elektroden (50 Elektrodenfinger). Der Realteil der Admittanz ist nahe bei 50 Ohm, wenn die Apertur nahe bei 100 Lambda (Lambda = Wellenlänge der Oberflächenwelle, z. B. 1,6 µm bei 2.45 GHz) ist. Die Dauer der Stossantwort eines solchen Transducers ist etwa 15 ns.

Die Reflektoren können entweder bei der Grundfrequenz oder bei der dritten Harmonischen arbeiten. Im erstgenannten Fall können einzelne kurzgeschlossene Elektroden (single short circuited electrodes) mit einer geometrischen Periode (pitch) p = Lambda/2 (p = 0,8  $\mu$ m für 128-LiNbO $_3$  bei 2.45 GHz) und mit einer entsprechenden Breite der Elektrodenfinger von Lambda/4 (= 0,4  $\mu$ m für LiNbO $_3$  bei 2.45 GHz)

eingesetzt werden. Für eine starke Totalreflexion werden 40 bis 50 Elektrodenfinger gebraucht. Dies bedeutet eine Zeitverzögerung innerhalb der Reflektoren von etwa 16 ns. Da die herstellungstechnischen Anforderungen an Elektroden mit einer Breite von 0,4 µm hoch sind, werden oft gespaltene Elektrodenfinger (split electrodes) verwendet, welche bei der dritten Harmonischen arbeiten und deren Breite beträgt ca. 0,6 µm für LiNbO3 bei 2.45 GHz. Die Zahl der gespaltenen Elektroden liegt im Bereich von typischerweise 15 bis 25.

Die Zahl der akustischen Kanäle wird einerseits durch die gewünschte Zahl möglicher Codierungen und andererseits durch die Grösse des SAW-Elements (Chipgrösse) bestimmt. Für die folgenden Ueberlegungen wird angenommen, dass alle akustischen Kanäle dieselbe Breite und einen konstanten gegenseitigen Abstand haben. Ebenso wird angenommen, dass der Abstand zum Rand des SAW-Chips von etwa gleicher Grösse ist. Ein zusätzlicher Kanal wird für die erfindungsgemässe laufzeiterhöhende Signalstrecke 12 verwendet (initial delay channel).

Wenn  $W_{CH}$  die Breite eines einzelnen Kanals (Apertur) und  $N_{CH}$  die Zahl der Kanäle ist, dann gilt:

Chipbreite 
$$\approx W_{CH} * (2 * N_{CH} + 3)$$

II Chiplange 
$$\approx 2 * d + (M+1) * N_{CH} * V/B$$

d = 50-100  $\mu$ m ist der Abstand linksseitig zwischen den Reflektoren und dem Rand des SAW-Chips (vgl. z. B. Fig. 7). B ist die Frequenzbandbreite des Abfragesignals (z. B. B = 40 MHz). 1/B ist die kleinste detektierbare Zeitverzögerungsänderung in der Codierung (z. B. 1/B = 25 ns). Im vorliegenden Beispiel wird die Breite eines Zeitschlitzes gera-

de zu 1/B gewählt. M ist die Zahl der vorgesehenen Codierpositionen (Zeitschlitze) für jeden Reflektor in einem Codierkanal. Der Codierbereich eines Reflektors hat eine Länge von (M+1) \* V/2B, wobei beispielsgemäss die Zahl der Positionen M um 1 erhöht ist (dies entspricht der Situation dS =  $s_{11} = s_{12} = \dots = s = 1/B = 25$  ns), um zu erreichen, dass der geringstmögliche Zeitabstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Signalkomponenten nicht kleiner als dS + s beträgt. Der geringste Abstand zwischen den Pulsen ist also z. B. 50 ns.

Einer gemeinsamen Signalverzögerung von  $t_{init} = 0.7 \mu s$  entspricht eine theoretische Minimallänge des SAW-Chips von ca. 1,4 mm.

Für ein kleines 5 \* 5 mm² Gehäuse mit einer erlaubten Chipgrösse von 3,6 \* 1,7 mm² ergibt sich aus dem Gleichungen I und II:

$$N_{CH} \le 6$$
 (bei  $W_{CH} = 112 \ \mu m$ ) (M+1) \*  $N_{CH} \le 35$  (bei d = 50  $\mu m$ , V/B = 1/10 mm)

Die Länge von 3,5 mm entspricht etwas weniger als 2200 Lambda (bei 2.45 GHz). Die Apertur eines Kanals kann daher weniger als 50 Lambda sein, ohne dass Streuprobleme auftauchen. Mit einer gewissen Reserve kann  $W_{CH} = 70$  Lambda gesetzt werden. Bei der Wahl  $N_{CH} = 6$  und M = 5 ergeben sich  $5^{12}$  Codemöglichkeiten. Es ist offensichtlich, dass diese Anzahl Bits nahezu verdoppelt werden kann, wenn kleinere Aperturen für kürzere Kanäle verwendet werden.

Bereits ohne weitere Optimierung ergibt sich mit der Erfindung und der obigen Wahl der Parameter die Möglichkeit von mehr als 1000 Chips pro 4 Zoll Wafer.

Die verschiedenen Ausführungsformen können untereinander kombiniert bzw. abgewandelt werden. Die verschiedenen Arten, die akustischen Kanäle zu koppeln, können im Prinzip kombiniert werden. Akustische Kanäle können parallel und seriell geschaltet sein. Die Anordnung der verschiedenen Kanäle ist vorzugsweise im Sinn minimaler Verluste, eines minimalen Flächenbedarfs und minimaler interner Störreflexe gewählt. Beim Stand der Technik gemäss US-4,737,790 sind die SAW-Elemente zwar relativ schmal, dafür sehr lang. Bei der Erfindung kann die Länge ohne weiteres auf einen Drittel reduziert werden.

Die Erfindung beschränkt sich im Prinzip nicht auf die Anwendung bei SAW-Elementen. Vielmehr kann sie überall dort von Nutzen sein, wo mehrere signalcodierende bzw. -verarbeitende Kanäle parallel betrieben werden und laufzeiterhöhende Signalstrecken vorhanden sind, die für alle Kanäle gemeinsam in einem vorgeschalteten bzw. nachgeschalteten Element untergebracht sein können.

## <u>Patentansprüche</u>

- Verfahren zum Durchführen einer berührungslosen Fernabfrage, wobei
  - a) eine Abfragestation (1) ein Abfragesignal (Q) an einen mobilen Transponder (2) aussendet und
  - b) dieses Abfragesignal (Q) im Transponder (2) mit einer Antenne (10) empfangen, durch Einkoppeln in mehrere parallele Codierkanäle (14.1 bis 14.6) in ein codiertes Antwortsignal umgewandelt und dann an die Abfragestation zurückgesendet wird,

# dadurch gekennzeichnet, dass

- c) Abfrage- bzw. Antwortsignal im Transponder (2) durch eine - den genannten Codierkanälen (14.1 bis 14.6) vor- bzw. nachgeschaltete - gemeinsame laufzeiterhöhende Signalstrecke (12) geführt wird, um das Antwortsignal von störenden Umgebungsreflexionen des Abfragesignals (Q) zu trennen.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abfragesignal (Q) bei der Umwandlung in ein Antwortsignal laufzeitcodiert wird.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Codierkanal (14.1 bis 14.6) eine Referenzsignalkomponente erzeugt, so dass das Ant-

wortsignal sowohl identifizierende als auch zu Kalibrier- und/oder Messzwecken dienende Signalkomponenten enthält.

- 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in mindestens einem Codierkanal eine nicht der Identifikation dienende Signalkomponente zur Temperaturmessung am Ort des Transponders (2) erzeugt und in der Abfragestation (1) ausgewertet wird.
- Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4,mit
  - a) einer Abfragestation (1) zum Aussenden eines Abfragesignals (Q) und Auswerten eines Antwortsignals,
  - b) mindestens einem mobilen Transponder (2) mit einer Antenne (10) zum Empfangen des Abfragesignals (Q) und/oder Abstrahlen des Antwortsignals und
  - c) mindestens einer Codiereinheit (13.1) mit mehreren parallelen Codierkanälen (14.1 bis 14.6) zum Umwandeln des Abfragesignals (Q) in ein Antwortsignal durch Codierung,

dadurch gekennzeichnet, dass

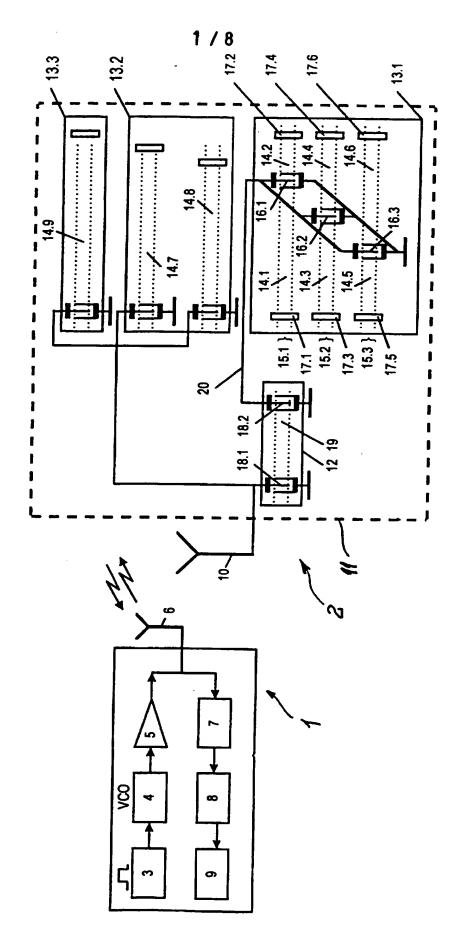
d) vor bzw. nach der mindestens einen Codiereinheit (13.1) eine für die genannten Codierkanäle (14.1 bis 14.6) gemeinsame laufzeiterhöhende Signalstrecke (12) angeordnet ist.

- 6. Transponder geeignet für eine Anordnung nach Anspruch 5 mit einer Codiereinheit (13.1) mit mehreren Codierkanälen (14.1 bis 14.6), gekennzeichnet durch eine der Codiereinheit (13.1) vor- bzw. nachgeschaltete laufzeiterhöhende Signalstrecke (12) auf einem SAW-Element.
- 7. SAW-Element geeignet für einen Transponder nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass es über mehrere parallele Codierkanäle (14.1 bis 14.6) und über eine separate Signalstrecke (12) verfügt und dass die Signalstrecke ein akustischer Kanal (24.1; 29.1; 32.1) ist, der mit einer Mehrzahl parallel geschalteter akustischer Kanäle (24.2 bis 24.4; 29.2 bis 29.4; 32.2 bis 32.4), welche die Codierkanäle (14.1 bis 14.6) enthalten, gekoppelt ist.
- 8. SAW-Element nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die akustischen Kanäle (15.1, 15.2, 15.3; 24.1 bis 24.4) durch Transducerelektroden (16.1, 16.2, 16.3; 25.1 bis 25.4) gekoppelt sind.
- SAW-Element nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die akustischen Kanäle (29.1 bis 29.4) durch 90°-Reflektoren (30.1 bis 30.4) gekoppelt sind.
- 10. SAW-Element nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die akustischen Kanäle (32.1 bis 32.4) durch eine RMSC-Struktur (34) gekoppelt sind.

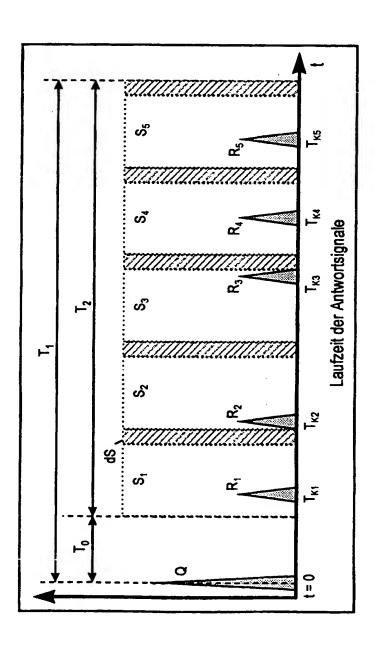
- 31 -

- 11. SAW-Element nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Codierkanäle (14.1 bis 14.6) zur Erzeugung von Laufzeitcodierungen ausgebildet sind.
- 12. SAW-Element nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die akustischen Kanäle (15.1 bis 15.3) mit beidseitig abstrahlenden Transducern (16.1 bis 16.3) ausgestattet sind und dass beidseits der Transducer (16.1 bis 16.3) Reflektoren (17.1 bis 17.6) in codespezifischen Abständen angeordnet sind.
- 13. SAW-Element nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die akustischen Kanäle (24.2 bis 24.4) mit einseitig abstrahlenden Transducern (25.2 bis 25.4) ausgestattet sind und dass auf der abstrahlenden Seite Reflektoren (27.1 bis 27.3) in codespezifischen Abständen angeordnet sind.
- 14. SAW-Element nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Transducer (25.2 bis 25.4) in akustischen Kanälen (24.2) mit grösserer Laufzeit mehr Elektrodenfinger haben als in Kanälen (24.3, 24.4) mit kleinerer Laufzeit und/oder die Kanäle eine Apertur haben, die ihrer Signallaufzeit angepasst ist.
- 15. SAW-Element nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Codierkanäle so ausgebildet sind, dass eine Laufzeit-, Phasen-, Amplituden- oder Pulsformcodierung erfolgt.

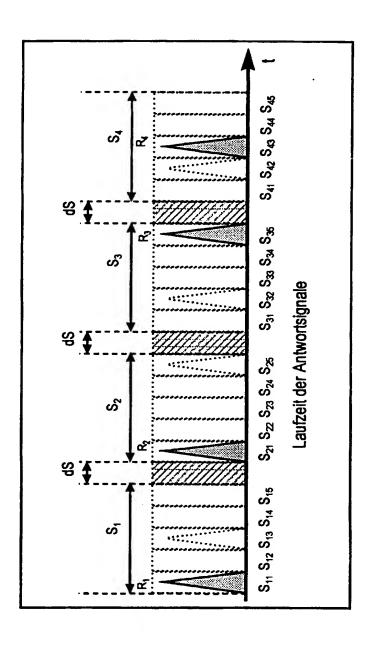
Figur 1



2/8

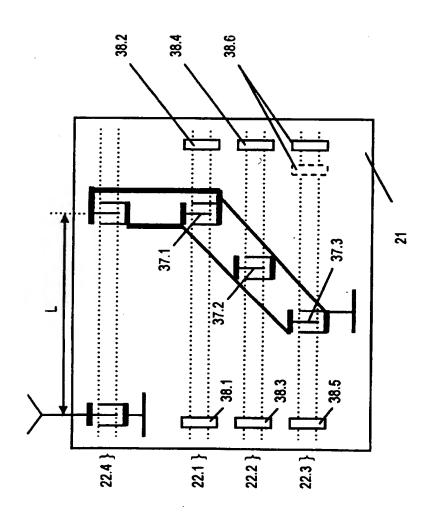


igur 2a



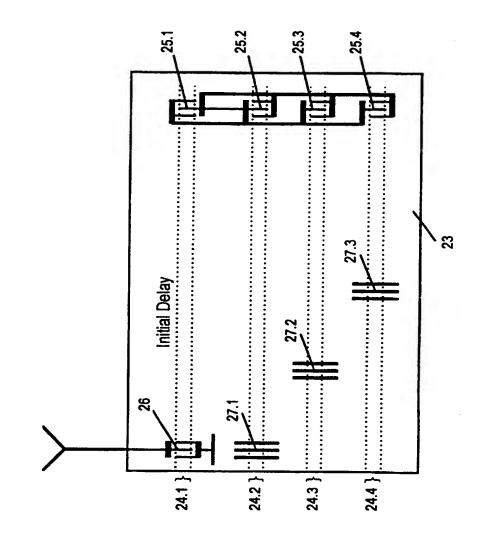
Figur 2b

. 4 / 8

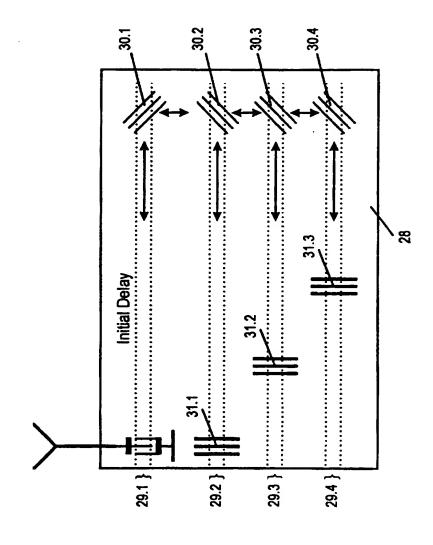


Figur 3

5 / 8

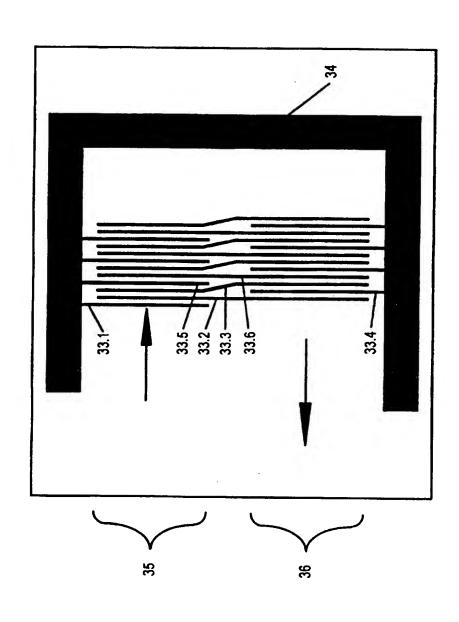


6 / 8



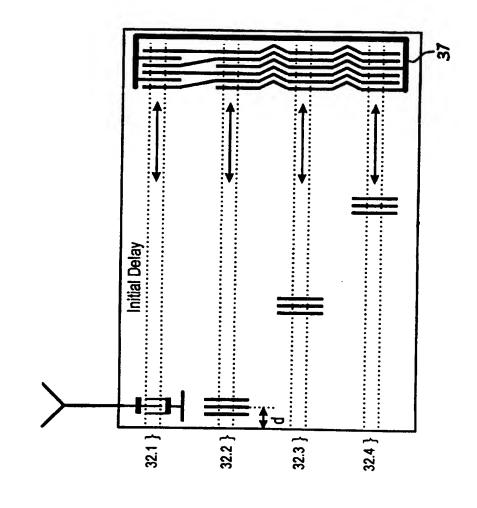
igur 5

.7 / 8



Figur 6

8 / 8



igur 7

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int sonal Application No PCT/EP 97/00256

			·	
A. CLASS IPC 6	SIFICATION OF SUBJECT MATTER G01S13/02 H03H9/42			
According	to International Patent Classification (IPC) or to both national cl	essification and IPC		
	S SEARCHED	······································		
IPC 6	documentation searched (classification system followed by classifi GOIS HO3H	cation symbols)		
Document	ston searched other than minimum documentation to the extent th	at such documents are included in the fields	searched	
Electronic	data base consulted during the international search (name of data	base and, where practical, search terms used		
	MENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		Y	
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the	relevant passages	Relevant to claim No.	
A	WO 90 15343 A (MIROS A S) 13 Dec	cember 1990	1,5,6	
A	WO 93 13495 A (SIEMENS AG) 8 July 1993 see the whole document			
A	ELEKTRONIK, vol. 33, no. 18, 7 September 198 DE, pages 87-93, XP002031162 STOCKER H: "Akustische Oberflächenwellen-Bauelemente" see abstract; figure 13	34, MUNCHEN	1,5,6,9	
<u> </u>	er documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family members are listed i	n annex.	
"T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention filing date.  E' earlier document but published on or after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention filing date.  "X' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed  "A' document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention cannot be considered to inventor cannot be considered to involve an inventor cannot be considered to involve				
20	May 1997	- 3. 06. 97		
Name and m	ailing address of the ISA  European Patent Office, P.B. 5818 Patentiaan 2  NL - 2280 HV Rijswijk  Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  Fax: (+ 31-70) 340-3016	Authorized officer Zaccà, F		

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int ional Application No PCT/EP 97/00256

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9015343 A	13-12-90	AU 5820490 A	07-01-91
WO 9313495 A	08-07-93	DE 4200076 A	05-08-93
		DE 4217049 A	25-11-93
		AT 135836 T	15-04-96
		AU 662196 B	24-08-95
		AU 3253793 A	28-07-93
		DE 59205787 D	25-04-96
		EP 0619906 A	19-10-94
		FI 943169 A	01-07-94
		JP 7502613 T	16-03-95
		NO 942462 A	02-09-94

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int ionales Aktenzeichen
PCT/EP 97/00256

A. KLAS	sifizierung des anmeldungsgegenstandes G01S13/02 H03H9/42					
Nach der [	nternationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen	Klassifikasion und der IPK				
	ERCHIERTE GEBIETE	Riddingston was but It it				
	rter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssys	nbole )				
IPK 6		· · ·				
Recherchie	rte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen,	soweit diese unter die recherchierten Gebie	te failen			
Während d	er internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank	(Name der Datenbank und evtl. verwendete	Suchbegriffe)			
C. ALS W	ESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN					
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Ang	abe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.			
A	WO 90 15343 A (MIROS A S) 13.Dez siehe das ganze Dokument	ember 1990	1,5,6			
A	WO 93 13495 A (SIEMENS AG) 8.Jul siehe das ganze Dokument	i 1993	1,3-6			
A	ELEKTRONIK, Bd. 33, Nr. 18, 7.September 1984 DE, Seiten 87-93, XP002031162 STOCKER H: "Akustische Oberflächenwellen-Bauelemente" siehe Zusammenfassung; Abbildung		1,5,6,9			
	ere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu himen	X Siehe Anhang Patentfamilie				
	Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : intlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert,	T Spätere Veröffentlichung, die nach dem oder dem Prioritätsdatum veröffentlich	t worden ist und mst der			
aber ni	aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist  Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Frindung zum undeligerenden Prinzips oder der ihr zuerundeligerenden					
Anmei	Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen dedatum veröffentlicht worden ist	Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeu				
scheine	L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsamspruch zweifelhaft er- scheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichung-datum einer erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden					
anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet						
wizeli	susgeführt)  Of Veröffentlichung, die sich auf eine mindliche Offenbarung,  Werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und					
eine Benatzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht diese Verbindung für einen Fachmann naheltegend ist						
dem be	anspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselbe				
	).Mai 1997	Absendedatum des internationalen Rec	nerchenben chts			
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Bevollmächtigter Bediensteter						
	Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentiaan 2					
	NL - 2280 HV Rijswijk Td. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+ 31-70) 340-3016	Zaccà, F				

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In tionales Aktenzeichen
PCT/EP 97/00256

Im Recherchenbericht ingeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9015343 A	13-12-90	AU 5820490 A	07-01-91
WO 9313495 A	08-07-93	DE 4200076 A DE 4217049 A AT 135836 T AU 662196 B AU 3253793 A DE 59205787 D EP 0619906 A FI 943169 A JP 7502613 T NO 942462 A	05-08-93 25-11-93 15-04-96 24-08-95 28-07-93 25-04-96 19-10-94 01-07-94 16-03-95 02-09-94

Formblett PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)

## (19) 日本国特許庁 (JP)

①特許出願公開

## ⑩公開特許公報(A)

昭57—196122

(1) Int. Cl.<sup>3</sup> G 01 K 7/22 F 01 P 11/14

.

識別記号

庁内整理番号 7269—2 F 7604—3 G ❸公開 ,昭和57年(1982)12月2日

発明の数 1 審査請求 未請求

(全 4 頁)

**匈エンジン冷却水の温度検出装置** 

②特 願 昭56-80435

②出 願 昭56(1981) 5 月27日

⑫発 明 者 正木秀明.

勝田市大字髙場2520番地株式会 社日立製作所佐和工場内 **@発明者内藤祥太郎** 

膀田市大字高場2520番地株式会 社日立製作所佐和工場内

切出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内1丁目5

番1号

個代 理 人 弁理士 長崎博男 外1名

11

明 組 書

発明の名称 エンジン冷却水の温度検出装置 特許請求の範囲

1.小円板状のサーミスタ素子を底部に設置した金属製のキャップと、このキャップを収容してエンジンの冷却水路等に装着するためのねじを外周に形成した金属製のケースと、上記サーミスタ素子の下面に接続する上記キャップかよび上記サーミスタの上面に接続される一対の端子と上記ケースとを合成樹脂材によって一体に形成したエンジン冷却水の協度度が開製のカパーを密着して介在させると共に、上記サーミスタ素子の上面に接続するばれ受けと神にはないたとを特徴とするエンジン冷却水の温度検出装置。

2. 上記キャップが、その内側に上記サーミスタ 素子, ばね受け、押しばね等を包囲する絶景材製 のチュープを収容した特許請求の範囲第1項記載 のエンジン冷却水の温度検出装置。

発明の詳細な説明

本発明は自動車用エンジン冷却水の傷度検出装置に係り、特に、サーミスタを用いた温度検出装置の改良に関するものである。

従来エンジン冷却水やエンジンオイルの温度を 検出するためにはサーミスタを用いた温度検出装 置が一般に用いられている。その1つとして黄銅 棒を削り出した中空管の中に導電性クリップを挿 人し、このクリップでサーミスタを挟持して中空 に浮かし小形に構成したものがある。しかしこの 方式ではサーミスタへの熱伝導が悪くサーミスタ の抵抗値が安定するまでに時間を要して応答性が 低い。また、自動車運転時の振動によつて測定値 が不安定となり易い等の欠点をもつていた。

本発明は応答性良く安定して作動するエンジン 冷却水の進度検出模量を提供することを目的とし、 その特徴とするところは、サーミスタ素子を底部 に設置し得内のキャップと、この温度検出装置を 冷却水路等に取り付けるねじを外周に形成して上 記キャップを収容したケースとの間に合成樹脂製のカパーを密着して介在させると共に、サーミスタ素子の上面に接続するばね受けと押しばねを小形に形成し、端子の一方に接続して構成したことにある。

第1図は本発明の一実施例である温度検出装置の垂直断面図である。熱伝導の良好な飼材よりなる中空円筒容器であるキャンプ1の薄い内厚とした底部には小円板状の負性抵抗を有するサーミスタ2が設置され、その上面は導電材製のばねるでかり、押しばね4の上端はストッペ14を介して増子12に接続されている。一方、サーミスタ2の下面に接触しているキャップ1の上部開口を放送されている。したがつて、端子13に接続されている。したがつて、端子12,13はサーミスタ2の上面および下面に導通している。

また、キャップ1とばね受け3かよび押しばね4の間には絶破チュープ5を介在させて両者間の

ス9の表面との間にはエポキシ樹脂系の接着剤
18を充填して気密を保持している。また、端子
12の下端にはストッパ14を嵌合させると共に、
その下端に半田付け固定部15を設けてストッパ
14を固定している。即ち、黄銅板製の端子12.
13はベース9の上部においては下字形に配列され、市販の接続用カブラーが直接差し込めるようにしてある。

増子12はペース9の中で第1図に示すごとく 上字形に折り曲げて熱硬化性樹脂中に埋散して抜け止め構造としてあり、その下端はペース9の中央から突出させている。端子13は第1図に示す ごとくペース9中の部分にV字形の溝を設けて抜け止めとし、黄銅板製の導電板16に端子13の 突起部17を半田付けすることによって固定している。

とのように構成された温度検出装置は、ケース 7に散けたねじ部20によつてエンジン冷却水路 に固定され、キャップ1の下端に設置したサーミ スタ2から冷却水温に応じた抵抗値を取り出し、 絶縁を確保すると共に、ばね受け3等の位置を定め、キャップ1はプラステックを成型した中間絶録カパー6で被覆され、その側面はねじ部20を形成した金銭製ケース7の中に0リング8を介して気密に収容されている。六角黄銅棒を加工して形成したケース7のケース端部11は0リング10を介して執硬化性樹脂で成型したペース9の段付部を加棒めると共に、端子12。13とペース9の上面との間には接着剤18を充填して接着を強固にしている。なか、サーミスタ2に接着るはねくはできるだけ小形の状态として熱容量を小さくし、キャップ1を介してサーミスタ2に伝達された熱がこれを通して逃げないよりに考慮されている。

第2図は第1図のペースアセンブリの上面図で、 第3図は第2図のAーA断面 3、第4図は第3図 の下面図であり、第1図と同じ部分には夫々同一 符号を付してある。上記のごとく第3図のペース アセンブリは0リング10を介してケース7のケ ース端部11に加締められると共に、端子とペー

エンジンコントロールユニットへの入力情報としている。

第5図は第1図の鴟皮検出装置の応答性を従来 の装置と比較して示す線図で、供成品を20℃の 水槽に入れて飽和させた後、50℃の進水中にケ ース7の下半小径部を浸漬して両端子12、13 間の抵抗値の変化を測定したものである。線21 は従来の装置、線22は第1図の装置の応答性を 示し、従来の装置は第1図のキャップ1をケース 7に直接固定し、かつ、サーミスタ2を挟持して いるクリツブは中空に浮いていたのでサーミスメ 2への兼伝導効率は低く、サーミスタ2が冷却水 『温に落ち着くまで時間を要していた。しかるに上 記実施例の装置では、熱伝導率が小さい合成樹脂 製のカパー6でケース7への熱伝導が抑制される と共に、はね受け3、押しばね4を小形に形成し てあるのでサーミスタ2の温度応答性は著しく改 「善された。実測の結果では従来の装置の時定数は 2.8 が程度であつたが、本実施例の装置の時定数 "は9秒となり、応答性は約3倍改善されている。

なお、時定数は抵抗 R とコイルLの直列回路に方形波を加えた時、増加する電流が最終値の 6 3.2 %に達する時間である。

本実施例のエンジン冷却水風の検出装置は、サーミスタを底部に設置した熱伝導性の良好を金属製のキャップを専内の合成樹脂製のカペーで包囲して金属製のケースに装着し、かつ、サーミスタを押圧すると共に導電性をもつばね受けおよび押しばれを小形に形成し、上配キャップと押しばれを合理的に一対の外部接続端子に接続することによって、次のような効果が得られる。

- (1) キャップ1とケース7の間に介在する合成樹脂製のカパー6によって、両導電金属が直接接触することによる電触腐蝕を防止でき長寿命となる。即ち、正極側であるキャップ1が腐蝕されることがない。
- (2) 熱容量の大きなケース・に逃げる熱が合成樹脂製のカパー 8 で減少すると共に、サーミスタ 2 の上面に接触するばね受ける、押しばね 4 が 小さいのでとれによる熱損失が抑制され、冷却

置の内部にエンジン冷却水が浸入しないようにしている。この実施例ではOリング24はスペーサ
22、デスタントピース23の寸法を確保すれば、Oリング24の締め代が正確に管理することができるので、信頼性の高い気密性を有する温度検出
装置が得られる。

本実施例の温度検出装置は、キャップの外側に ・ お歌性散料を敬布して絶縁性被膜を形成し、カパーを必要としないので安価であり、この絶縁性被 膜とケースとの間に0リングとデスタントピース とスペーサを介在させているので、温度検出装置 内部の気密は更に完全に保持されるという効果が 得られる。

本発明のエンツン冷却水の温度検出装置は、温度検出業子であるサーミスタの熱応答性が良好であると共化、サーミスタは押しばねとばね受けで確実に保持されているので安定な信号を出力するといり効果が得られる。

#### 図面の簡単な説明

第1回は本発明の一実施例である温度検出装置

水の温度変化に対する応答性は大幅に向上する。 第6図は本名明の他の実施例である温度食出装 置の断面図で、第1図と同じ部分には同一符号を 付してある。との場合は、キャップ1が電触によ り腐蝕するのを防止するため、キャップ1の表面 に絶縁性被膜21を施してある。また、キャップ 1の振れ止めのためにスペーサ22を設けてある が、スペーサ先端の段差部はケース7の下端の突 起部に当てて崩方向の抜け止めとしてある。

23はデスタントビースでケース7の段差部にデスタントビースの鍔部を乗せて位置決めし、キャップ1の帰口部の段差部を押えてキャップ1の位置決めをすると共に、導電材よりなる押ばね19による力を受けている。スペーサ22とデスタントビース23はキャップ1の熱がケース7に放熱するのを防ぐため、又キャップ1をケース7と電気的絶縁をするため絶縁材であるプラステックを成形したものである。

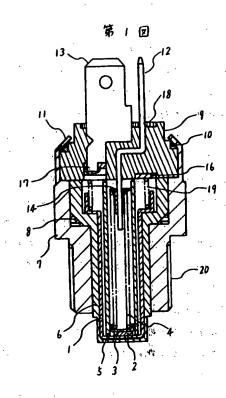
上記スペーサ22とデスタントピース23の軸 方向の隙間に0リング24を挿入し、温度検出装

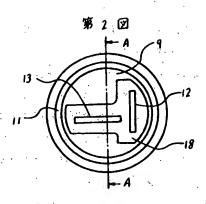
の垂直断面対、第2図は第1図のペースアセンブリの上面図、第3図は第2図のペースアセンブリのA-A断面図、第4図は第3図の下面図、第5図は第1図の昼宴検出装置の応答性を従来の装置と比較して示す線図、第6図は本発明の他の実施例である温度検出装置の断面図である。

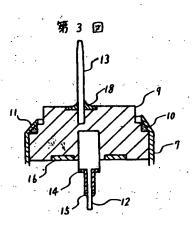
1 … キャップ、2 … サーミスタ、3 … ばね受け、4 … 押しばね、5 … チュープ、6 … カパー、7 … ケース、8,10,24 … 0リング、9 … ペース、11 … ケース端部、12,13 … 端子、14 … ストッパ、15 … 半田付け固定部、16 … 導電板、17 … 突起部、18 … 接着剤、19 … 押ばね、20 … れじ部、21 … 絶縁被膜、22 … スペーサ、23 … デスタントピース。

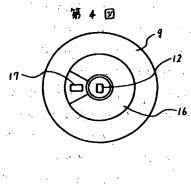
代理人 弁理士 長崎博男 (ほか1名)

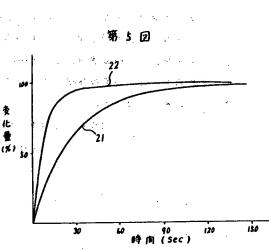


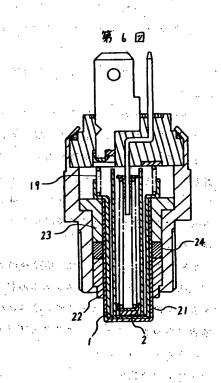












## ⑲ 日本国特許庁(JP)

① 特許出願公開

## ⑩ 公開特許公報(A) 昭62-215835

@Int\_Cl.4

識別記号

庁内整理番号

❸公開 昭和62年(1987)9月22日

G 01 K 1/14

A - 7269 - 2F

審査請求 未請求 発明の数 2 (全 4頁)

## **劉発明の名称** 表面温度計検出部圧着方法及びその装置

②特 願 昭61-60127

**20**出 願 昭61(1986)3月18日

⑦発 明 者 澤 渡 洵 ②発 明 者 斉 藤 善 紀 ②発 明 者 金 子 雅 光

東京都中央区価2丁目17番15号 月島機械株式会社内 東京都中央区価2丁目17番15号 月島機械株式会社内 東京都中央区価2丁目17番15号 月島機械株式会社内

の発 明 者 金 子 雅 光 の出 願 人 月島機械株式会社

東京都中央区佃2丁目17番15号

砂代 理 人 弁理士 志賀 正武

#### 叫 州 体

#### / 発明の名称

表面温度計検出部圧着方法及びその装置

#### 2 特許請求の範囲

- /)冷却用雰囲気中にあつて、機械的磁動あるいは 温度変動を有する被測温体の表面温度を検知する 表面温度計検出部圧着方法において、 袋面温度計 の検出部の外周を中空体により断熱的に囲繞し、 かつ上配検出部の基端 関と上配被測温体との間に 敢けた第1の弾性手段によつて上配検出部の先端 を、また、上配中空体の基端関と上記被調温体と の間に 散けた第2の弾性手段によつて上配中空体 の先端をそれぞれ上配被側温体に 個別に押圧して、 上配検出部と中空体とを、上配被調温体の 機械的 最初あるいは温度変動に対応可能とすることを特 域とする 袋面温度 計検出部 氏着方法。
- 2) 今却用雰囲気中にあつて、個機的振動あるいは 温度変動を有する被側晶体の表面温度を検知する 袋面温度計械出部圧彩装置において、表面温度計

の検出部が、保護師の内部に長手方向に移動自在 に設けられ、かつ該保護師が、中空簡形の保護圧 階級の内部に長手方向に移動自在に設けられると 共に、該保護圧粉器の一端が上紀被淵温体に固定 される一方、上紀保護圧粉器と、上紀検出部及び 保護師との間に、該検出部及び保護簡を各々上紀 被測温体に押圧する第1スプリング及び第2スプ リングがそれぞれ設けられたことを存成とする炭 個温度計検出部圧務装置。

### 3 発明の詳細な現明

「産桌上の利用分野」

本発明は、冷却用雰囲気中にあつて、機械的振動あるいは温度変動を有する被側温体の袋面温度 を検知する袋面温度計検出部圧着方法及びその袋 健に関する。

### 「従来の技術」

従来、この値の被削温体の表面温度を検知する ものとしては、スプリング圧着式シース温度計が 知られている。このシース温度計は、シース外任 の検小寸法が32mであり、また、端子箱のスプ リングによつて、 傷度計検出部を被御穏体に圧筋 するものである。

## 「発明が解決しようとする問題点」

しかしながら、装面温度測定上の応答性の良さ 及び温度計検出部の被測温体への取付性の点から、 シース外径がんちョ以下の可辨性を有するシース 温度計を用いる場合には、被測温体の表面に温度 計検出部を圧着するための通当な部品がなく、圧 着が困難であつた。また、被測温体の測定端にか ける熱放散の影響を少なく抑えて側定精度を向上 させる必要があつた。

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、表面温度計の検出部を容易にかつ確実に被削品体表面に圧着することができ、精度良く被測温体表面の温度を計測することができる表面温度計検出部圧分方法及びその接機を提供することにある。

## 「問題点を解決するための手段」

ぞれ押圧して、被測点体の機械的极動あるいは温度変動に対処し、検出部及び中空体を被削温体に 圧着する。

### 「炭施粥」

以下、第1図ないし第5図に基づいて本発明の 一実施例を説明する。

に開税し、かつ検出部の基端網と破御温体との間に対けた第1の弾性手段によつて上配検出部の先端を、また、中空体の基端側と被測温体との間に設けた第2の弾性手段によつて上記中空体の先端をそれぞれ上記被測温体に個別に押圧して、上記検出部と中空体とを、被測温体の機械的振動あるいは温度変動に対応可能とするものである。

また、本発明の装置は、表面温度計の検出部を、 保護簡の内部に長手方向に移動自在に設け、かつ 該保機簡を、中空簡形の保護圧着器の内部に長手 方向に移動自在に設けると共に、或保護圧着器の 一端を上配被側温体に固定する一方、上配保護圧 着器と、検出部及び保護簡との間に、検出部及び 保護簡を各々被側温体に押圧する第1スプリング 及び第2スプリングをそれぞれ設けたものである。 「作用」

本発明の表面温度計模出部圧着方法及びその装置にあつては、表面温度計の検出部を中空体によって耐熱的に保護すると共に、第1、第2弾性手段によつて、検出部及び中空体を被測温体にそれ

が形成された中空円簡体である。そして、上配本 体後部 8 は、上配保護簡 8 が貞通するのに十分な 内径を有している。さらに、上記鑑部 4 には、可 純性を有する温度検出部 1 1 が貞通するための必 要級小限の内径を有している。

上配保護簡8は、上記本体前部2、本体後部8、ユニオンカップリング7及び接続ノズル6を頁通して、長手方向に移動自在に般けられ、かつ上記 は関徳して妊手方向に移動自在に般けられ、か可能の 改後チューブ8 a と石 であり、ステンレスのの 機後チューブ8 a と石 であり、 が 数けられたものである。 またのであると共に、 が 数けられたものである。 またのである。 またのの とこれに が 数けられたものである。 またの の とこれに が 数けられたものである。 またの の とこれに が ない とこれに が る の 外 周 部 の 適 宜 位 値 に 同定されている。 との は は に 最 の 外 周 部 の 適 宜 位 値 に 同定されている。 との は に かいて 保護 簡 7 と な な と の 間に かいて 保護 簡 8 の 外 周 に な る と の 間 に かいて 保護 部 8 と の 間 に かいて 保護 8 の 外 周 に な な な な な れ て いる。

上記碼度検出部 1 1 の適宜位置には、 2 分割可能な 6 面体のすべり止め金具 1 8 が固定されている。 すなわち、上配すべり止め金具 1 8 の一方の部材 1 8 a は、中央部に上記温度検出部 1 1 の外径より若干小さい半円形の游が形成され、かつ該済を映んで両調に接続用のビス穴が形成されている。また、すべり止め金具 1 8 の他方の部材 1 8 b は一对の接換用のビス穴を有し、両部付 1 8 a ・1 8 b 間に上記温度検出部 1 1 を挟持して 2 本のビス 1 8 c で固定するようになつている。そして、上記は関検出部 1 1 のまわりには、圧着スプリング 1 4 が装着されている。

さらに、上紀倶展検出部11は、表面温度計用 端子第15に接続されており、この表面温度計用 端子箱15は温度計支持台18に取付けられてい る。そして、温度検出部11と温度計用端子箱15と の接続部には、保護ガイド17が装着されている。 また、上紀表面温度計用端子箱15は、図示せぬ 炎面温度計本体(表示部)に接続されている。

される。さらに、保護簡8が、該保護簡8の適宜 位置に固定された固定金具4と保護簡押えスプリンク10及び本体後部3によつて被測温体5の表 面に押圧されており、被測温体5に機械的振動が あつても、被測温体5の表面から離れることがない。この結果、上配保護簡8の内部に収容された 温度検出部11は、保護簡8によつて外部と遮断 されるから、温度検出部11は被測温体5の表面 温度を確実に検知する。

とのようにして、シース外径人よる以下の可視性を有する温度放出部11を保護簡8及び保護簡8及び保護簡8を行び返い、かつ該温度液出部11及び保護簡8をそれぞれ各スプリング14,10で被調温体5の安面に押圧するから、温度液出部11の先端部が折曲するととなく、確実に被調温体5に押し当てられ、かつ援動等があつても、被測温体5から離れることがない上に、温度液出部11の先端部が容易に外気と遮断されて、調定精度の向上が図れる。また、温度液出部11の先端部が後間に確実に保持されているから、温度検出部

次に、上記のように解成された表面温度計検出 部圧 発送値を用いて、 本発明の方法を実施する場 合について説明する。

可操性を有する温度検出部11は凝筋4を通り、 圧省スプリング14、すべり止め金具13、保護 簡8を貫通して被側追体5の表面に到達する。ま た、保護簡8は、本体後部3の内部を通り、保護 筒押えスプリング10、固定金具9、本体前部2、 ユニオンカップリング1、接続ノズル6を貞通し て被側値体5の炎値に到達する。さらに、本体前 郎2、本体仮部3及び凝部4からなる保護圧着器 しは、ユニオンカップリング?を介して接続ノズ ル 8 に固定されている。従つて、可税性を有する 温度検出部ししの先端は、温度検出部ししの適宜 位置に固定されたすべり止め金具18と圧着スプ リングしも及び艦部4によつて、彼個温体5の浸 面に押し付けられる。また、この時、温度検出部 1.1の先端部は、保護筒8の内部にあり、被側温 体5の炭疽に圧着する力を受けても、折曲するこ となく、先端部が適切に被側温体 5 の表面に押圧

LLの可視性を利用して、表面温度計本体側を適切な場所に取付けることが可能となった。

#### 「発明の効果」

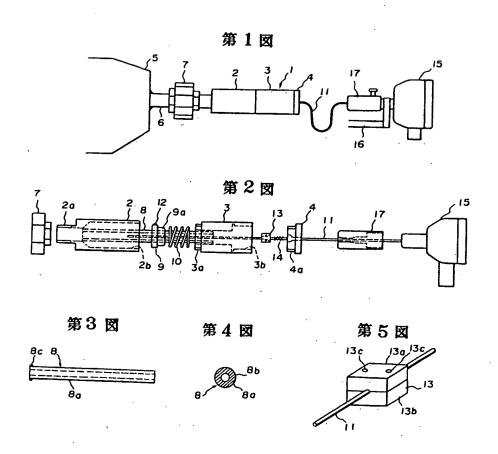
以上脱明したように、本発明は、表面混成計の 铵出部を中空体によつて断熱的に保護し、かつ第 1、第2弾性手段によつて、後出部及び中空体を 被測温体に押圧して、被測温体の機械的緩動ある いは温度変動に対処することにより、検出部を容 易にかつ確実に被測温体表面に圧着することがで き、被測温体表面の温度を得度良く計画すること ができるという優れた効果を有する。

#### 図面の簡単な説明

第/図ないし第5図は本発明の一復施例を示す もので、第/図は正面図、第2図は分解図、第3 図は保護筒の正面図、第4図は同断面図、第5図 はすべり止め金具の斜視図である。

1 ……保護圧着器、5 ……被測温体、8 ……保護 簡、10 ……保護簡押えスプリング(第2スプリ ング)、11 ……温度後出部、14 ……圧着スプ

出职人 月島微城株式会社



(11) EP 0 821 796 B1

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung: 30.05.2001 Patentblatt 2001/22
- (51) Int CI.7: G01S 13/75

(21) Anmeldenummer: 96905742.1

(86) Internationale Anmeldenummer: PCT/DE96/00471

(22) Anmeldetag: 18.03.1996

- (87) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/33423 (24.10.1996 Gazette 1996/47)
- (54) FUNKABFRAGBARER SENSOR IN OBERFLÄCHENWELLENTECHNIK
  RADIO-INTERROGATABLE SENSOR USING SURFACE WAVE TECHNOLOGY
  DETECTEUR INTERROGEABLE PAR RADIO, A ONDES DE SURFACE
- (84) Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB**
- (30) Priorität: 18.04.1995 DE 19514343
- (43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: 04.02.1998 Patentblatt 1998/06
- (73) Patentinhaber: SIEMENS
  AKTIENGESELLSCHAFT
  80333 München (DE)
- (72) Erfinder:
  - RUILE, Werner
     D-80636 München (DE)

- SCHOLL, Gerd
   D-80636 München (DE)
- OSTERTAG, Thomas D-89075 Ulm (DE)
- REINDL, Leonhard
   D-83071 Stephanskirchen (DE)
- MAGORI, Valentin
   D-81539 München (DE)
- (56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 166 065

WO-A-93/13495

DE-C- 4 336 504

US-A- 5 289 160

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

15

#### B schr ibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen funkabfragbaren passiven Sensor.

1

[0002] Für die Erfindung einschlägige Oberflächenwellenanordnungen in Verbindung mit Sensoren sind bekannt aus WO 93/13495, WO/CH93/00252, US-A-3,273,146, US-A-4,725,841, US-A-4,620,191.

[0003] In den genannten Druckschriften sind Aufbauund Betriebsweisen verschiedenartiger Oberflächenwellenanordnungen beschrieben, die alle gemeinsam haben, daß mittels eines Interdigitalwandlers aus einem elektrischen Signal in einem piezoelektrischen Substratkörper Oberflächenwellen erzeugt werden, die sich im Regelfall im wesentlichen senkrecht zur interdigitalen Ausrichtung der Wandlerelektroden in der Oberfläche des Substratkörpers ausbreiten. Mit einem zweiten Interdigitalwandler, der auch der bereits voranstehend beschriebene Wandler in Doppelfunktion sein kann, ist es möglich, aus der Oberflächenwelle ein charakteristisch verändertes Hochfrequenzsignal zurückzugewinnen. Wie im Stand der Technik beschrieben, kann eine solche Oberflächenwellenanordnung noch weitere Strukturen wie Reflektorstrukturen, weitere Wandlerstrukturen usw. umfassen, die z.B. auch dispersive Anordnung der Reflektor-/Wandlerfinger, codierte Anordnung der Finger und dgl. aufweisen können.

[0004] Wesentlicher Gesichtspunkt und Inhalt der vorliegenden Erfindung ist ein funkabfragbarer, passiver, d.h. keine (galvanische) Stromzuführung erfordernder Sensor in Oberflächenwellentechnik, dem von einem ortsentfernten Hochfrequenzsender ein Hochfrequenzsignal, z.B. ein Burst-Impuls,ein FM-CW-Signal, ein gechirpter Impuls und dgl. zugesandt wird.

[0005] Die Oberflächen-wellenanordnung des Sensorteils, d.h. deren Eingangswandlerstruktur ist dazu mit einer Antenne zum Funk-Empfang dieses zugesandten Impulses ausgerüstet. Eine entsprechende Antenne, die mit einer zweiten Wandlerstruktur der Oberflächenwellenanordnung verbunden ist oder im bereits erwähnten Falle einer Wandlerstruktur mit Doppelfunktion dieselbe Antenne ist, wird dazu verwendet, das Impulsantwortsignal der Oberflächenwellenanordnung zurückzusenden, das in einem ortsentfernten Empfänger zu empfangen ist. Das zurückgesandte Impulsantwortsignal ist im Regelfall gegenüber dem von der Oberflächenwellenanordnung empfangenen Signal verschieden, nämlich entsprechend dem zu ermittelnden Stromstärke-Meßwert, und zwar dies durch entsprechende physikalische Einwirkung auf die Oberflächenwellenanordnuna.

[0006] Funkabfragbare Oberflächenwellenanordnungen werden bereits z.B. in Gebührensystemen an Autostraßen, -tunnels und dgl. benutzt, wo es jedoch auf die Detektierung vorprogrammierter individueller Kodierung des Impulsantwortsignals zur Objekt-Identifizierung ankommt. Auch in der Meßtechnik sind funkabfragbare Oberflächenwellenanordnungen verwendet wor-

den, wobei diese im Regelfall als Verzögerungsleitungen aufgebaut sind und für den Meßzweck Maßnahmen ergniffen sind, daß die zu ermittelnde Meßgröße in der Oberflächenwellenanordnung eine Laufzeitveränderung der akustischen Welle bewirkt. Diese Laufz itveränderung kann auf einem von einer (quer zur Laufrichtung der Oberflächenwelle gerichteten) elektrischen Feld im Substratkörper beruhen, das z.B. durch piezoelektrischen Effekt im entsprechenden Teilbereich des Substratkörpers Laufzeitveränderung herbeiführt (EP 0166065). Es ist z.B. ein Temperatursensor mit Änderung der Laufzeit der Welle bekannt (EP 0465029). Eine Anordnung, die eine Widerstandsveranderung einer auf der Oberfläche des Substratkörpers der Oberflächenwellenanordnung angebrachten organischen Schicht ausnutzt, eignet sich zur Messung einer Oberflächenbeladung dieser Schicht, z.B. mit einer zu identifizierenden/quantitativ zu messenden chemischen Substanz (Electronics Letters, Band 23 (1987) Nr. 9 S. 446/447). Auch ist ein einschlägiger Druckmesser bekannt, bei dem die im Material des Substratkörpers der Oberflächenwellenanordnung druckabhängig veränderte mechanische Eigenschaft des Körpers, z.B. Biegung, eine Laufzeitveränderung der akustischen Welle bewirkt und zur Meßwertermittlung nutzbar macht (Proceedings IEEE, Band 64 (1976) S. 754-6). Bei den hier letztgenannten Anordnungen ist jedoch ein Fernabfragen per Funk nicht vorgesehen.

[0007] Aus der DE 43 36 504 C1 ist eine mit Oberflächenwellen arbeitende Identifizierungsmarke bekannt, die mit einem Funksignal drahtlos fernabgefragt werden kann. Einer der die Codierung des ID-Tag bildenden Reflektoren ist dabei mittels eines Schalters in seiner Reflexion umschaltbar, wobei der Schalter durch einen Sensor betätigt wird. In Abhängigkeit von der durch den Sensor überwachten physikalischen Größe kann dabei das durch den Reflektor gebildete Bit auf 0 oder 1 gesezt werden.

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, für eine funkabfragbare, fernabfragbare Sensoreinrichtung mit Oberflächenwellen eine neue Ausgestaltung anzugeben.

[0009] Eine solche Aufgabe wird gemäß Patentanspruch 1 gelöst mit einer Anordnung, die aufweist:

eine Oberflächenwellenanordnung mit Oberflächenwellenstrukturen und (wenigstens) einer Antenne.

(wenigstens) ein sensitives Impedanz-Element als Sensorteil, einen Hochfrequenz-Sender und -Empfänger mit Sende- und Empfangsantenne und elektronischer Auswerteeinrichtung,

wobei das Impedanz-Element, das der vom Sensorteil zu erfassenden Einwirkung auszusetzen ist, mit einer Oberflächenwellenstruktur elektrisch verbunden ist, und der Sender zur Funk-Aussendung eines Abfrageimpulses und der Empfänger mit seiner Auswerteeinrichtung zum Funk-Empfang und

45

zur qualitativen/quantitativen Auswertung der von der Einwirkung beeinflussten Änderung der Impulsantwort der Oberflächenwellenanordnung dient.

[0010] Das Impedanz-Element kann ein Reaktanz-Element (z.B. ein magnetfeld-abhängiges Element) sein, das mit wenigstens einer der Oberflächenwellenstrukturen der Oberflächenwellenanordnung elektrisch verbunden ist. Das Impedanz-Element muß geeignet sein, sein elektrisches Impedanzverhalten abhängig von der mit dem Sensor zu detektierenden Einwirkung zu ändern

[0011] Weitere Erläuterungen der Erfindung werden anhand der beigefügten Figuren gegeben.

[0012] Figuren 1, 2 und 3 zeigen Ausführungsformen der Oberflächen-wellenanordnung für einen erfindungsgemäßen Sensor, jeweils mit angeschlossenem Impedanz-Element.

[0013] Die jeweilige Oberflächenwellenanordnung 21 hat bei den dargestellten Beispielen der Figuren 1 bis 3 eine sehr einfache Ausgestaltung, an der jedoch das Wesentliche der Wirkungsweise einer bei der Erfindung verwendeten Oberflächenwellenanordnung erläutert werden kann. Mit 22 ist der bekanntermaßen piezoelektrische Körper der Oberflächenwellenanordnung 21 bezeichnet. Auf der einen Oberfläche dieses Körpers 22 ist eine interdigitale Wandlerstruktur 23 in bekannter Weise angeordnet. Mit 24 ist die aus zwei Dipolhälften bestehende Antenne bezeichnet. Es können aber auch andere einschlägige Antennenstrukturen, wie z.B. eine Patch-Antenne, Schleifenantenne oder dergleichen, vorgesehen sein. Ein hochfrequentes Abfragesignal 30 wird von dieser Antenne 24 aufgenommen und die zwischen den beiden Dipolhälften auftretende elektrische Hochfrequenzspannung speist die beiden interdigitalen Fingerstrukturen des Wandlers 23. Die mit dem Wandler 23 als Eingangswandler erzeugte Oberflächenwelle 25 läuft auf/in der Oberfläche des Substratkörpers 22. Eine solche Welle ist mit 25 schematisch angedeutet. Sie gelangt auf ihrem Weg auch in den Wirkungsbereich der Struktur 26, die aufgrund ihrer Finger als Reflektor für die Welle 25 wirksam ist. Da die Struktur 26 jedoch (ebenfalls) als interdigitale Fingerstruktur ausgeführt ist und an deren beide Interdigitalstrukturen das Impedanz-Element 12, wie aus den Figuren ersichtlich, elektrisch angeschlossen ist, wird in der Struktur 26 vermöge der akustischen Oberflächenwelle zusätzlich auch eine elektrische Hochfrequenz-spannung erzeugt, zu der das Element 12 als elektrischer Abschlußwiderstand wirksam ist. Da von der Amplitude der Einwirkung abhängig der elektrische Widerstand des Elementes 12 sich ändert, wirkt sich dies als Änderung des elektrischen (komplexen) Abschlußwiderstandes der Struktur 26 aus. Es bildet sich eine Beeinflussung aus, die unterschiedlich (im Extremfall) zwischen sehr hochohmigem Abschlußwiderstand und nahezu Kurzschluß-Abschlußwiderstand liegt, und zwar abhängig von der Amplitude. Durch passend gewählte Dimensioni rung der elektrischen Werte des Elementes 12 kann ein jeweils günstiger Meßgröße-Bereich des vom Element 12 bewirkten Abschlußwiderstandes eingestellt werden. Das Impulsantwortsignal ist mit 31 bezeichnet.

[0014] Mit anderen Worten, wirkt das Element 12 also als elektrische Abschlußimpedanz, worin das neue Merkmal der Erfindung liegt.

[0015] In der bekannten P-Matrix-Darstellung eines Wandlers läßt sich die Reflexion dieses Wandlers als Funktion seines elektrischen Abschlusses folgendermaßen darstellen:

$$P_{11}(Y_{Last}) = P_{11}(SC) + 2 \cdot \frac{p_{13}^2}{(P_{33} + Y_{Last})}$$

worin  $P_{11}(SC)$  der Kurzschluß-Reflexionsfaktor,  $P_{13}$  die elektroakustische Konversion,  $P_{33}$  die Wandleradmittanz und  $Y_{Last}$  die Abschlußadmittanz sind.

[0016] Es ist zweckmäßig, (jeweils) eine schmalbandige Antenne vorzusehen, um die Einrichtung gegen sonstige elektromagnetische Störungen zu schützen.

[0017] Die Figur 1 zeigt eine spezielle Oberflächenwellenanordnung mit einem Substratplättchen 22 und darauf vorhandenen Oberflächenwellenstrukturen. Mit 23 ist der Eingangs/Ausgangswandler bezeichnet, an den die Dipolhälften der Antenne 24 zum Funkempfang und Funk-Rücksendung angeschlossen sind. Der mit dem Impedanz-Element 12 verbundene, als Oberflächenwellenreflektor dienende Wandler 26 ist auf dem Plättchen 22 auf der einen Seite des Wandlers 23 angeordnet.

[0018] Auf der dazu anderen Seite der Oberfläche des Plättchens 22 sind in Figur 1 z. B. zwei Referenz-Reflektoren 226 und 326 vorgesehen, die dazu dienen, zusätzlich zur Messung der Einwirkung durch das Sensorelement 12 auch die Distanz zwischen dem Sender/ Empfänger und dem Sensorelement 12 des Sensors und auch die Temperatur des Sensorelements zu bestimmen. Zum Beispiel kann sich ständig die Entfernung zwischen Oberflächenwellen-Bauteil und seinem als Sende-/Empfangsstation aufgebautem Anteil ändern. Für die Distanzmessung und die Temperaturmessung ist dabei davon ausgegangen, daß sich das eigentliche Sensorelement 12 ebenfalls auf dem Plättchen befindet oder diesem gegenüber in definiertem geringem Abstand positioniert ist. Mit der Bestimmung der Distanz(änderungen) und der Temperatur des Sensorelements können beispielsweise mögliche bekannte Querempfindlichkeiten des Sensorsignals in der Signalverarbeitung eliminiert werden.

[0019] Weitere für die Erfindung geeignete Bereiche von Oberflächenwellenanord-nungen zeigen die Figuren 2 und 3. Die Figur 2 zeigt eine Anordnung mit moden-gekoppelten Wandlern. Die mit 71 und 71' bezeichneten Wandler auf dem Substratplättchen 22 sind Eingangs-/Ausgangswandler mit ihren Dipolhälften der An-

25

30

tenne 24. Der Wandler 72 ist ebenfalls eine Oberflächenwellenstruktur, die mit den Wandlern 71, 71' moden-gekoppelt ist. Dieser moden-gekoppelte Wandler 72 ist mit dem Impedanz-Element 12 verbunden und die Änderung seiner Abschlußimpedanz, d.h. die Änderung des Elements 12 im Magnetfeld, ist die wie bei den vorangehend beschriebenen Beispielen auszuwertende Meßgröße.

[0020] Figur 3 zeigt eine Oberflächenwellen-Resonatoranordnung. Diese umfaßt auf dem Substrat 22 die Eingangs/Ausgangswandler 23, 23' und den Wandler 26, der mit dem Impedanz-Element wie gehabt verbunden ist. Mit 123 und 123' sind Reflektorstrukturen bezeichnet, an denen die in der Substratoberfläche verlaufende akustische Welle in sich wieder zurückreflektiert wird, so daß diese Reflektoren wie Spiegel eines Resonators wirksam sind.

[0021] Die Einwirkung des Sensorelements 12 auf das Antwort-Verhalten der Oberflächenstruktur äußert sich in bzw. ist meßbar als Änderung des Impulsantwortsignals in Betrag und/oder Phase desselben gegenüber dem Abfragesignal.

[0022] Eine Eichung/Kalibrierung eines erfindungsgemäßen Sensors erfolgt in an sich bekannter Weise, wie sie vielfach zur Eichung von quantitativ messenden Sensoren/Meßeinrichtungen Anwendung findet.

[0023] Die Oberflächenwellenanordnung kann auch als zusätzlicher Oberflächenwellen-Chip dem impedanzgebundenen Sensor 12 hybrid hinzuintegriert sein. Der Sensor 12 kann z.B. ein auf einem größeren Trägersubstrat angeordnetes Widerstandselement sein, auf dem außerdem noch eine piezoelektrische Schicht, z.B. aus Zinkoxid, als Substratschicht 22 für die Oberflächenwellenanordnung aufgebracht ist. Das Sensorelement kann z.B. ein Halbleiterbauteil auf/in einem Siliziumsubstrat sein.

[0024] Als Impedanzen (12) können sowohl resistive wie auch kapazitive und induktive Widerstände allein oder kombiniert in Frage kommen. Es können dies sein, z.B. Fotowiderstände, Feldplatten, temperaturabhängige Widerstände, Kohlemikrophone und dergl. und/oder Kapazitätsdioden, kapazititve Positions/Wegsensoren, Feuchtesensoren sowie induktive Elemente, wie eine Spule, ein Wegaufnehmer/Positionsgeber und dergl.

#### Patentansprüche

- Sensoranordnung mit einer Oberflächenwellenanordnung (21) mit Oberflächenwellenstrukturen (23,26) und einer Antenne (24),
  - mit einem sensitiven Impedanz-Element (12) als Sensorteil,
  - mit inem Hochfrequenz-S nder und -Empfänger (30,31) mit Funkantenne und elektronischer Auswerteeinrichtung,

wobei der Sender zur Funkaussendung ines Abfrageimpulses (30) und der Empfänger mit seiner Auswerteeinrichtung zum Funkempfang und zur qualitativen Auswertung der von der Einwirkung auf das Impedanz-Element beeinflussten Änderung der Impulsantwort (31) der Oberflächenwellenanordnung ausgebildet sind,

dadurch gekennzeichnet, daß das Impedanz-Element (12), das der vom Sensorteil zu erfassenden Einwirkung auszusetzen ist, mit wenigstens einer der Oberflächenwellenstrukturen (26) elektrisch verbunden ist, und daß die Auswertung quantitativ erfolgen kann.

- Sensoranordnung nach Anspruch 1, bei dem das sensitive Element ein resistives Element ist.
- Sensoranordnung nach Anspruch 2,
   bei dem das resistive Element eine Feldplatte ist.
  - Sensoranordnung nach Anspruch 2, bei dem das resistive Element ein Fotowiderstand ist.
  - Sensoranordnung nach Anspruch 1, bei dem das sensitive Element eine Kapazitätsdiode ist.
  - Sensoranordnung nach Anspruch 1, bei dem das sensitive Element eine Spule, in einem Magnetfeld anzuordnen, ist.
- Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
   bei dem die Oberflächenwellenanordnung (21) ein Oberflächenwellen-Resonatorfilter ist.
  - Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis
     6.
- 40 bei dem die Oberflächenwellenanordnung (21) eine Laufzeitleitung ist.
  - Sensoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
- 45 bei dem die Oberflächenwellenanordnung eine modengekoppelte Anordnung ist.

#### Claims

- 1. Sensor arrangement
  - having a surface-wave arrangement (21) with surface-wave structures (23, 26) and an antenna (24).
  - having a sensitive imp dance element (12) as sensor part,
  - having a radiofrequency transmitter and receiv-

55

30

35

er (30, 31) with radio antenna and lectronic evaluation device,

the transmitter being designed for radio transmission of an interrogation pulse (30) and the receiver with its evaluation device being designed for radio reception and for qualitative evaluation of the change, influenced by the effect on the impedance element, in the impulse response (31) of the surface-wave arrangement,

- the impedance element (12), which is to be exposed to the effect to be detected by the sensor part, characterized in that electrically connected to at least one of the surface-wave structures (26), and in that the evaluation can take place quantitatively
- Sensor arrangement according to Claim 1, in which the sensitive element is a resistive element.
- 3. Sensor arrangement according to Claim 2, in which the resistive element is a magnetoresistor.
- Sensor arrangement according to Claim 2, in which the resistive element is a photoresistor.
- Sensor arrangement according to Claim 1, in which the sensitive element is a variable-capacitance diode.
- Sensor arrangement according to Claim 1, in which the sensitive element is a coil to be arranged in a magnetic field.
- Sensor arrangement according to one of Claims 1 to 6, in which the surface-wave arrangement (21) is a surface-wave resonator filter.
- Sensor arrangement according to one of Claims 1 to 6, in which the surface-wave arrangement (21) is a delay line.
- Sensor arrangement according to one of Claims 1 to 6, in which the surface-wave arrangement is a mode-coupled arrangement.

#### Revendications

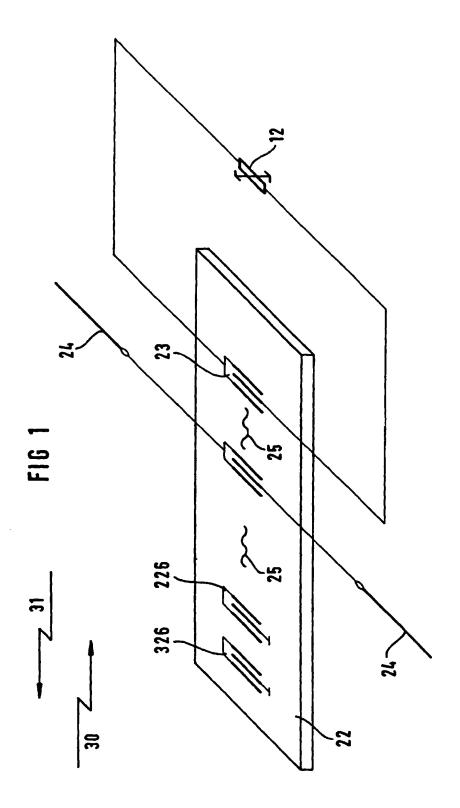
- 1. Dispositif détecteur
  - avec un dispositif à ondes de surface (21) avec des structures à ondes de surface (23, 26) et une antenne (24),
  - avec un élément sensible d'impédance (12) comme partie détecteur,
  - avec un émetteur et un récepteur haute fré-

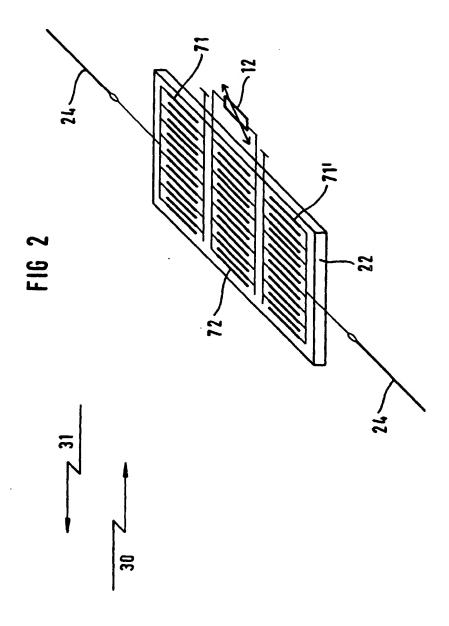
quence (30, 31) avec antenne radio t dispositif électronique d'analyse,

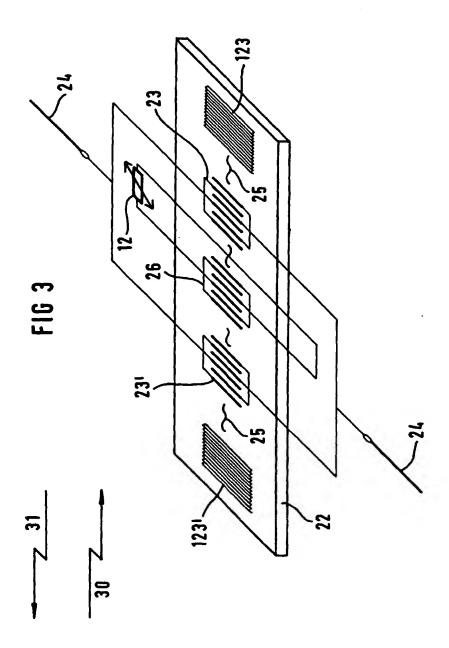
l'émetteur étant conçu pour l'émission par radio d'une impulsion d'interrogation (30) et le récepteur avec son dispositif d'analyse étant conçu pour la réception par radio et pour l'analyse qualitative de la variation, influencée par l'opération effectuée sur l'élément d'impédance, de la réponse par impulsion (31) du dispositif à ondes de surface caractérIsé par le fait

que l'élément d'impédance (12), qu'il faut soumettre à l'opération effectuée que l'on veut saisir par la partie détecteur, est relié à au moins l'une des structures (26) à ondes de surface et que l'analyse peut être faite d'une façon quantitative.

- Dispositif détecteur selon la revendication 1 dans lequel l'élément sensible est un élément résistif.
  - Dispositif détecteur selon la revendication 2 dans lequel l'élément sensible est une magnéto-résistance.
  - Dispositif détecteur selon la revendication 2 dans lequel l'élément résistif est un photo-conducteur.
  - Dispositif détecteur selon la revendication 1 dans lequel l'élément sensible est une diode à capacité variable.
  - Dispositif détecteur selon la revendication 1 dans lequel l'élément sensible est une bobine qu'il faut disposer dans un champ magnétique.
- 7. Dispositif détecteur selon l'une des revendications 1 à 6 dans lequel le dispositif à ondes de surface (21) est un filtre à résonateur à ondes de surface.
- 5 8. Dispositif détecteur selon l'une des revendications 1 à 6 dans lequel le dispositif à ondes de surface (21) est une ligne à retard.
- 50 9. Dispositif détecteur selon l'une des revendications
   1 à 6
   dans lequel le dispositif à ondes de surface est un dispositif à couplage de modes.









## PATENT CLAIMS

- 1. A device for measuring temperature inside an inaccessible and/or movable mechanical part, comprising a temperature-sensitive element with a SAW chip (11) with temperature-dependent transfer function, where the
- SAW chip has a transducer which is designed to be connected to an antenna which is mounted on the outside of said part, characterized in that the temperature-sensitive element is provided in an encapsulation (14; 15; 15a) which is designed to be able to be placed and kept in position in a mounting hole in said part.
- A device according to claim 1, characterized in that said encapsulation (14; 15; 15a) is composed of a hollow bolt (15, fig. 3) designed to be screwed into said mounting hole and where the temperature-sensitive element is arranged internally in the bolt while at the part of the bolt which protrudes from said part there is provided an antenna (17) which is connected to the temperature-sensitive element via a transmission line (18).
  - 3. A device according to claim 2, characterized in that said bolt (15, fig. 3) is filled internally with a material (19) which keeps the temperature-sensitive element in position.
- 4. A device according to claim 3, characterized in that said material (19) is epoxy or a heat-resistant rubber sleeve.
- 5. A device according to claim 1, characterized in that said encapsulation (14; 15a) is designed to be arranged separately at the lower end of said mounting hole and that the device further comprises a bolt (15b) for closing the mounting hole and a material (19; 19a, 19b) which is designed to be placed between said bolt (15b) and the encapsulation (14; 15a), thus holding the encapsulation (14; 15a) securely in position after mounting.
- 6. A device according to claim 5, characterized in that said material (19; 19a; 19b) is a spring which, when the

device is mounted, presses the encapsulation (14; 15a) down against the lower end of the mounting hole.

- 7. A device according to claim 5, characterized in that said material (19; 19a; 19b) is epoxy or a heat-resistant rubber sleeve.
- A system for monitoring the temperature in one or more inaccessible 8. and/or movable mechanical parts, where there is arranged inside the respective parts which are to be monitored at least one sensor (1) comprising a temperature-sensitive element with a SAW chip (11) with temperaturedependent transfer function, and where each SAW chip has a transducer 10 which is connected to a respective first antenna (17) which is mounted on the outside of the respective part, characterized in that the temperature-sensitive element is provided in an encapsulation (14; 15; 15a) which is placed and kept in position in a mounting hole in the respective mechanical part; 15 that for each sensor (1) there is provided a second antenna (2) which is arranged in such a manner that it can transmit signals to and receive signals from this sensor (1) via said first antenna (17), said second antenna being connected via a signal cable (5) with a control unit (3) which, if the system contains more than one sensor (1), comprises a multiplexer; and 20 that the control unit (3) is arranged to be able to transmit a polling signal to and receive a modified polling signal from any of the sensors (1) via an associated signal cable (5) and associated second antenna (2), the control unit (3) being further arranged to process the received modified polling signal, and, on the basis of the characteristics of the modified polling signal, to 25 generate a data signal which is representative for the temperature of the sensor (1).
- 9. A system according to claim 8, characterized in that on said SAW chip there are provided a plurality of reflectors (13), and that the control device (3) is designed to be able to measure the absolute phases of the components of the modified polling signal which are connected to the respective reflectors and to generate said data signal by means of the differences between these absolute phases.

WO 00/62029 13 PCT/NO00/00105

5

10

15

- 10. A system according to claim 8 or 9, characterized in that the control device (3) is further connected to a recording device (4) via a data bus (6) and is arranged to transmit said data signal which is representative for the temperature of the sensor (1) to the recording unit (4).
- 11. A system according to claim 10, characterized in that the recording device (4) comprises a store for storing the received data signals or values which are derived therefrom and a display device for displaying information on these stored values graphically or in the form of alphanumeric characters.
- 12. A system according to claim 10 or 11, characterized in that the recording device (4) is arranged to generate a signal which indicates an alarm condition when it receives a data signal which indicates that the temperature at one of the sensors (1) is higher than a predefined threshold value.
- 13. A system according to claim 12, characterized in that said signal indicating an alarm condition activates a visual or audible alarm.
- 14. A system according to claim 12,
  20 characterized in that said signal indicating an alarm condition results in a reduction in the load, a reduction in the drive speed or shutting down of a machine, an engine or a process in which the part whose temperature is being monitored is included.

PATENT COOPERATION TREATY

# **PCT**

REC'D	10	JUL	2001
WIPO			POT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

14

Applicant's or agent's file			See Notification of Transmittal of International		
112130 Sens1	F	OR FURTHER ACTION	Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)		
International application	No. Ir	nternational filing date (day/montl	h/year) Priority date (day/month/year)		
PCT/NO00/00105	. 2	3/03/2000	26/03/1999		
International Patent Clas G01K13/08	sification (IPC) or nation	al classification and IPC			
Applicant					
SENSIT AS					
and is transmitted	to the applicant acco	ording to Article 36.	d by this International Preliminary Examining Authority		
☐ This report is been amende (see Rule 70.	_				
_	ns indications relating	g to the following items:			
II 🗆 Priori	•		·		
	establishment of opini of unity of invention	ion with regard to novelty, inv	ventive step and industrial applicability		
V ⊠ Reas	oned statement unde	r Article 35(2) with regard to suporting such statement	novelty, inventive step or industrial applicability;		
VI □ Certa	in documents cited				
VII ⊠ Certa	in defects in the inter	national application			
VIII □ Certa	in observations on th	e international application			
Date of submission of the	e demand	Date of	completion of this report		
13/10/2000			0 6. 07. 01		
Name and mailing address preliminary examining au European P	thority: atent Office	Papan	etoniou, E		

Telephone No. +49 89 2399 2468

Fax: +49 89 2399 - 4465

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No. PCT/NO00/00105

I.	Bas	is	of	the	r	port
----	-----	----	----	-----	---	------

1.	the and	receiving Office in	response to an invitation this report since they o	n under Article 1	4 are	referred to in ti	his report as "oi	riginally filed"
	1-1	0	as published					
	Cla	ims, No.:						
	1-1-	4	as received on	08/06/2	2001	with letter of	08/06/2	2001
	Dra	awings, sheets:						
	1/6-	-6/6	as published					
			·					
2.			guage, all the elements international application					
	The	ese elements were	available or furnished to	this Authority in	the f	ollowing langua	ge: , which is	:
		the language of a	translation furnished for	the purposes of	f the i	nternational sea	arch (under Rul	le 23.1(b)).
		the language of pu	ublication of the internat	ional application	(und	er Rule 48.3(b)	).	
		the language of a 55.2 and/or 55.3).	translation furnished for	the purposes o	f inter	national prelimi	nary examination	on (under Rule
3.			cleotide and/or amino a ry examination was carr					ation, the
		contained in the in	nternational application i	n written form.				
		filed together with	the international applica	ation in compute	r reac	lable form.		
		•	uently to this Authority in					
		furnished subsequ	uently to this Authority in	computer reada	able f	orm.		
			at the subsequently furni pplication as filed has b		quenc	e listing does n	ot go beyond th	ne disclosure in
		The statement that listing has been fu	at the information record Irnished.	ed in computer r	reada	ble form is iden	tical to the writte	en sequence
1.	The	amendments have	e resulted in the cancella	ation of:				
		the description,	pages:					
		the claims,	Nos.:					

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No. PCT/NO00/00105

		the drawings,	sheets:	
5.		This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed (Rule 70.2(c)):		
(Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and and report.)			eet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this	

- 6. Additional observations, if necessary:
- V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- 1. Statement

Novelty (N)

Yes:

Yes:

Claims 1 - 7, 10 - 14

No: Claims 8, 9

Inventive step (IS)

Claims

No: C

Claims 1 - 14

Industrial applicability (IA)

Yes: Claims 1 - 14

No: Claims

2. Citations and explanations see separate sheet

## VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted: see separate sheet

## **EXAMINATION REPORT - SEPARATE SHEET**

## R Item V

Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Reference is made to the following documents:

D1: DE-A-197 23 127

D2: US-A-5 438 322

D3: DE-A-43 12 596

#### 2. Claim 1

D1, which is considered as the closest prior art, discloses a device for measuring temperature inside an inaccessible, movable mechanical part (e.g. of a cooking appliance 5, Fig. 1, D1), comprising a temperature-sensitive element with a SAW chip (6, Fig. 4, D1) with temperature-dependent transfer function. The SAW chip (6, D1) has a transducer designed to be connected to an antenna (9, Fig. 3, D1) which is mounted on the outside of said part and the temperature-sensitive element is provided in an encapsulation (see Fig. 3 and column 3, lines 47 and 62 - 64, D1) which is designed to be able to be placed and kept in position in a mounting hole in said part (see Fig. 3, D1). Furthermore, the device comprises a transmission line (12, Fig. 3, D1) for connecting the antenna (9, Fig. 3, D1) to the temperature sensitive element (10, Fig. 3, D1).

Thus the subject matter of claim 1 differs from D1 in only that it defines the use of a "coaxial transmission line", while D1 only mentions the use of a cable as a transmission line, without specifying what kind of cable is used. Such constructional detail is only an obvious constructional alternative, the skilled person would use, depending on circumstance without the use of inventive skill.

It is further noted that the broad wording of claim 1, and in particular functional expressions like "adapted for measuring temperature deep inside the inaccessible mechanical part while this mechanical part is in motion" are not limiting the claim. Such expressions are only interpreted as meaning that the claimed temperature sensor is suitable for measuring the temperature of a movable mechanical part. Since the movable mechanical part is not part of the sensor, and since the sensor

according to D1 is also suitable for such measurement (e.g. it is suitable for measuring the temperature of the food being prepared inside the pot; see column 3, lines 56 - 59, D1), such broad wording is not defining any new technical feature in claim 1.

Thus the subject matter of claim 1 is not inventive (Article 33(3) PCT).

#### 3. Claim 8

D1, which is considered as the closest prior art, discloses a system for monitoring the temperature in an inaccessible and movable mechanical part (e.g. of a cooking appliance 5, Fig. 1, D1), where there is arranged inside the respective part (5, Fig. 1, D1) which is to be monitored, at least one sensor comprising a temperature-sensitive element with a SAW chip (6, Fig. 4, D1) with temperaturedependent transfer function, and where the SAW chip has a transducer which is connected to a respective first antenna (9, Fig. 3, D1) which is mounted on the outside of said part. The temperature-sensitive element is provided in an encapsulation (see Fig. 3 and column 3, lines 47 and 62 - 64, D1) which is placed and kept in position in a mounting hole in the mechanical part (see Fig. 3, D1) to measure temperature inside the part. The temperature sensitive element is connected to the first antenna via a transmission line (12, Fig. 3, D1). Furthermore, there is provided a second antenna (4, Fig. 5, D1) which is arranged in such a manner that it can transmit signals to and receive signals from this sensor (6) via said first antenna (9, Fig. 5, D1), while the part could be in motion. Said second antenna (4) being connected via a signal cable (see Fig. 5, D1) with a control unit (14, Fig. 5, D1). Said control unit (14, Fig. 5, D1) is arranged to be able to transmit a polling signal to and receive a modified polling signal from the sensor (see column 4, lines 4 - 14, D1) via an associated signal cable and associated second antenna (4), while the pat could be in motion, the control unit (14) being further arranged to process the received modified polling signal, and, on the basis of the characteristics of the modified polling signal, to generate a data signal which is representative for the temperature of the sensor (see circuit 16, Fig. 5, D1).

The subject matter of present claim 8 is not new in view of D1 (Article 33(2) PCT).

4. Dependent claims 2 - 7 and 9 - 14 do not contain any features which, in combination with the features of any claim to which they refer, meet the requirements of the PCT in respect of novelty and/or inventive step, the reasons being as follows:

The encapsulation of a temperature sensor in a hollow bolt, as defined in claims 2 - 7 is either known from D2, or is an obvious constructional alternative.

The use of a plurality of reflectors and the measurement of the absolute phases, as defined in present claim 9, is known from D1 (see reflectors 11, and Fig. 6, D1).

The recording and displaying of data, as defined in present claims 10 and 11, is obvious in view of D3 (see column 1, lines 10 - 12 and column 3, lines 36 - 48, D3).

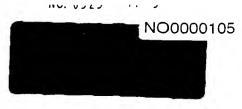
The use of an alarm, as defined in present claims 12 - 14 is an obvious constructional alternative.

## Re Item VII

## Certain defects in the international application

For the sake of completeness, it is mentioned that the requirements of Rule 5.1 (a)(ii) PCT (identification of D1) and Rule 6.3(b) PCT (correct two part form of claims 1 and 8) are not met.

8. JUN. 2001 9:45



### PATENT CLAIMS

motion.

- 1. A device for measuring temperature of the inside of an inaccessible movable mechanical part, comprising a temperature-sensitive element with a SAW chip (11) with temperature-dependent transfer function, where the
- SAW chip has a transducer designed to be connected to an antenna (17) mounted on the outside of said part, characterized in that the temperature-sensitive element is provided in an encapsulation (14; 15; 15a) which is designed to be placed and kept in position in a mounting hole in said moving part and thus to measure temperature inside the part, and that the device comprises a coaxial transmission line (18) for connecting the antenna (17) to the temperature-sensitive element, the device thus being adapted for measuring temperature deep inside the inaccessible mechanical part while this mechanical part is in
- A device according to claim 1,
   characterized in that said encapsulation (14; 15; 15a) is composed of a hollow bolt (15, fig. 3) designed to be screwed into said mounting hole and where the temperature-sensitive element is arranged internally in the bolt while the antenna is provided at the part of the bolt which protrudes from said part.
  - 3. A device according to claim 2, characterized in that said bolt (15, fig. 3) is filled internally with a material (19) which keeps the temperature-sensitive element in position.
  - 4. A device according to claim 3, characterized in that said material (19) is anowy or a
- characterized in that said material (19) is epoxy or a heat-resistant rubber sleeve.
- 5. A device according to claim 1, characterized in that said encapsulation (14; 15a) is designed to be arranged scparately at the lower end of said mounting hole and that the device further comprises a bolt (15b) for closing the mounting hole and a material (19; 19a, 19b) which is designed to be placed between said bolt (15b) and the encapsulation (14; 15a), thus holding the encapsulation (14; 15a) securely in position after mounting.

- 6. A device according to claim 5, characterized in that said material (19; 19a; 19b) is a spring which, when the device is mounted, presses the encapsulation (14; 15a) down against the lower end of the mounting hole.
- 5 7. A device according to claim 5, characterized in that said material (19; 19a; 19b) is epoxy or a heat-resistant rubber sleeve.
- 8. A system for monitoring the temperature inside one or more inaccessible movable mechanical parts, where there is arranged inside the 10 respective parts which are to be monitored at least one sensor (1) comprising a temperature-sensitive element with a SAW chip (11) with temperaturedependent transfer function, and where each SAW chip has a transducer which is connected to a respective first antenna (17) which is mounted on the outside of the respective part,
- 15 characterized in that the temperature-sensitive element is provided in an encapsulation (14; 15; 15a) which is placed and kept in position in a mounting hole in the respective mechanical part to measure temperature inside the part; that the temperature-sensitive element is connected to the first antenna via a transmission line (18),
- 20 that for each sensor (1) there is provided a second antenna (2) which is arranged in such a manner that it can transmit signals to and receive signals from this sensor (1) via said first antenna (17) while the part is in motion, said second antenna being connected via a signal cable (5) with a control unit (3) which, if the system contains more than one sensor (1), comprises a
- 25 multiplexer; and that the control unit (3) is arranged to be able to transmit a polling signal to and receive a modified polling signal from any of the sensors (1) via an associated signal cable (5) and associated second antenna (2) while the part is in motion, the control unit (3) being further arranged to process the received modified polling signal, and, on the basis of the characteristics of the 30 modified polling signal, to generate a data signal which is representative for
- 9. A system according to claim 8, characterized in that on said SAW chip there are provided a plurality of reflectors (13), and that the control device (3) is designed to be able to 35

the temperature of the sensor (1).

Γ. /

measure the absolute phases of the components of the modified polling signal which are connected to the respective reflectors and to generate said data signal by means of the differences between these absolute phases.

- 10. A system according to claim 8 or 9,
- characterized in that the control device (3) is further connected to a recording device (4) via a data bus (6) and is arranged to transmit said data signal which is representative for the temperature of the sensor (1) to the recording unit (4).
  - 11. A system according to claim 10,
- 10 characterized in that the recording device (4) comprises a store for storing the received data signals or values which are derived therefrom and a display device for displaying information on these stored values graphically or in the form of alphanumeric characters.
  - 12. A system according to claim 10 or 11,
- characterized in that the recording device (4) is arranged to generate a signal which indicates an alarm condition when it receives a data signal which indicates that the temperature at one of the sensors (1) is higher than a predefined threshold value.
  - 13. A system according to claim 12.
- characterized in that said signal indicating an alarm condition activates a visual or audible alarm.
- 14. A system according to claim 12,
  characterized in that said signal indicating an alarm condition results in a
  reduction in the load, a reduction in the drive speed or shutting down of a
  machine, an engine or a process in which the part whose temperature is being monitored is included.







112130 Sens1

PCT REQUEST

. 1/4

### Original (for SUBMISSION) - printed on 23.03.2000 12:51:56 PM

0	F r receiving Office use only				
0-1	International Application No.	PCT/NO 0 0 / 0 0 1 0 5			
0-2	International Filing Date	2 3 MARS 2000 (2303. 2000)			
0-3	Name of receiving Office and "PCT International Application"	PATENTSTYRET  Styret for det industriale rettavem  PCT International application			
0-4	Form - PCT/RO/101 PCT Request				
0-4-1	Prepared using	PCT-EASY Version 2.90			
0-5	Dettion	(updated 08.03.2000)			
U-5	Petition The undersigned requests that the present international application be, processed according to the Patent Cooperation Treaty				
0-6,	Receiving Office (specified by the applicant)	Norwegian Patent Office (RO/NO)			
0-7	Applicant's or agent's file reference	112130 Sens1			
I	Title of invention	DEVICE AND SYSTEM FOR MONITORING INTERNAL TEMPERATURE OF INACCESSIBLE OR MOVING PARTS			
II .	Applicant				
.II-1	This person is:	applicant only			
II-2	Applicant for	all designated States except US			
II-4	Name	SENSIT AS			
11-5	Address:	P.O. Box 2075 N-7001 TRONDHEIM Norway			
11-6	State of nationality	NO			
11-7	State of residence	NO			
11-8	Telephone No.	+47 73 82 69 50			
11-9	Facsimile No.	+47 73 82 69 51			
111-1	Applicant and/or inventor	147 73 82 09 31			
III-1-1	This person is:	applicant and inventor			
III-1-2	Applicant for	US only			
III-1- <b>4</b>	Name (LAST, First)	JAGTØYEN, Andreas			
III-1-5	Address:	N-7083 LEINSTRAND			
		Norway			
III-1 <b>-</b> 6	State of nationality	NO -			
III-1-7	State of residence	NO			



2/4

# **PCT REQUEST**

112130 Sens1

Original (for SUBMISSION) - printed on 23.03.2000 12:51:56 PM

IV-1	Agent or c mm n representative; or					
	address f r c rrespondence					
	The person identified below is	agent				
	hereby/has been appointed to act on	-3				
	behalf of the applicant(s) before the					
IV-1-1	competent International Authorities as:					
	Name	ONSAGERS AS				
IV-1-2	Address:	P.O. Box 265 Sentrum				
		N-0103 OSLO				
		Norway				
IV-1-3	Telephone No.					
IV-1-4	Facsimile No.	+47 23 32 77 00				
		+47 23 32 77 01				
IV-1-5	e-mail	onsagers@onsagers.no				
V	Designation of States					
V-1	Regional Patent	AP: GH GM KE LS MW SD SL SZ TZ UG ZW and				
	(other kinds of protection or treatment, if any, are specified between parentheses	any other State which is a Contracting				
	after the designation(s) concerned)	State of the Harare Protocol and of the				
	and the congruence, consomou,					
		PCT				
		EA: AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM and any				
		other State which is a Contracting State				
	of the Eurasian Patent Convention and of					
	the PCT					
		EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR				
		IE IT LU MC NL PT SE and any other State				
		which is a Contracting State of the				
		European Patent Convention and of the				
		PCT				
		OA: BF BJ CF CG CI CM GA GN GW ML MR NE				
		SN TD TG and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting				
		State of the PCT				
V-2	National Patent					
· -	(other kinds of protection or treatment, if	AE AG AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY CA				
	any, are specified between parentheses	CH&LI CN CR CU CZ DE DK DM DZ EE ES FI				
	after the designation(s) concerned)	GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE				
		KG KP KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD				
		MG MK MN MW MX NO NZ PL PT RO RU SD SE				
V-5	Propositionen Projection Statement	VN YU ZA ZW				
V-5	Precautionary Designation Statement In addition to the designations made					
	under items V-1, V-2 and V-3, the	-				
	applicant also makes under Rule 4.9(b)	′				
	all designations which would be					
	permitted under the PCT except any					
	designation(s) of the State(s) indicated under item V-6 below. The applicant					
	declares that those additional					
	designations are subject to confirmation					
	and that any designation which is not	·				
	confirmed before the expiration of 15					
ı	months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant					
ì		1				
V-6	at the expiration of that time limit.  Exclusi n(s) from precautionary	NONE				



3/4

### **PCT REQUEST**

112130 Sens1

# Original (for SUBMISSION) - printed on 23.03.2000 12:51:56 PM

VI-1	Priority claim f arli r nati nal					
	applicati n					
VI-1-1	Filing date	26 March 1999 (26.03.1999)				
VI-1-2	Number	19991514				
VI-1-3	Country	NO				
VI-2	Priority document request The receiving Office is requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) identified above as item(s):	VI-1 /				
VII-1	International Searching Authority Chosen	Swedish Patent Office (ISA/SE)				
VIII	Check list	number of sheets	electronic file(s) attached			
VIII-1	Request	4	-			
VIII-2	Description	9	_			
VIII-3	Claims	3	_			
VIII-4	Abstract	1	112130 abstract.txt			
VIII-5	Drawings	6	-			
VIII-7	TOTAL	23				
	Accompanying items	paper document(s) attached	electronic file(s) attached			
VIII-8	Fee calculation sheet	✓	-			
VIII-16	PCT-EASY diskette	-	diskette			
VIII-17	Other (specified):	Search Report	_			
VIII-18	Figure of the drawings which should accompany the abstract	1				
VIII-19	Language of filing of the International application	Norwegian	,			
IX-1	Signature of applicant or agent	J. Oedde				
IX-1-1	Name	ONSAGERS AS				
IX-1-2	Name of signatory	Toril Vedde				
IX-1-3	Capacity	Patent Administrator				

### FOR RECEIVING OFFICE USE ONLY

10-1	Date of actual receipt of the purported international application	2 3 MARS 2000 (23.03.2000)
10-2	Drawings:	f
10-2-1	Received	Recipied
10-2-2	Not received	
10-3	Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application	
10-4	Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2)	
10-5	International Searching Authority	ISA/SE
10-6	Transmittal of search copy delayed until search fee is paid	

TUTINO 0 0 / 0 0 1 0 5

**PCT REQUEST** 

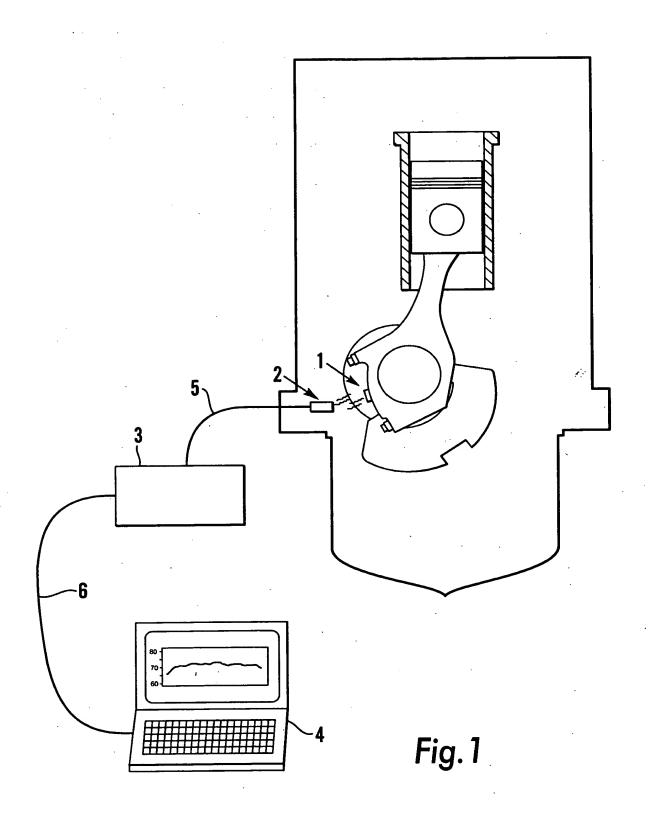
112130 Sens1

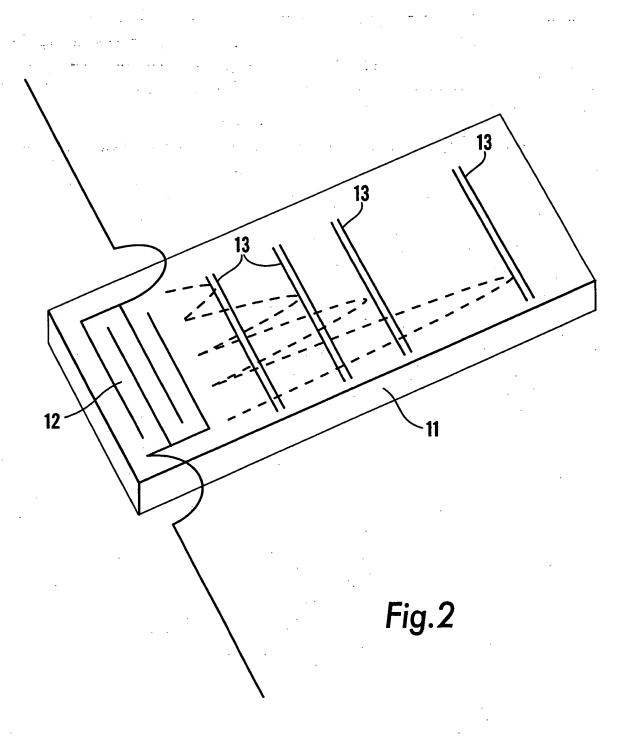
4/4 Original (for SUBMISSION) - printed on 23.03.2000 12:51:56 PM

### FOR INTERNATIONAL BUREAU USE ONLY

11-1	Date of receipt of the record copy by	14 APRIL 2000:	(14.04.00)
	the International Bureau	7 1 71 TYLE 2000.	4









3/6

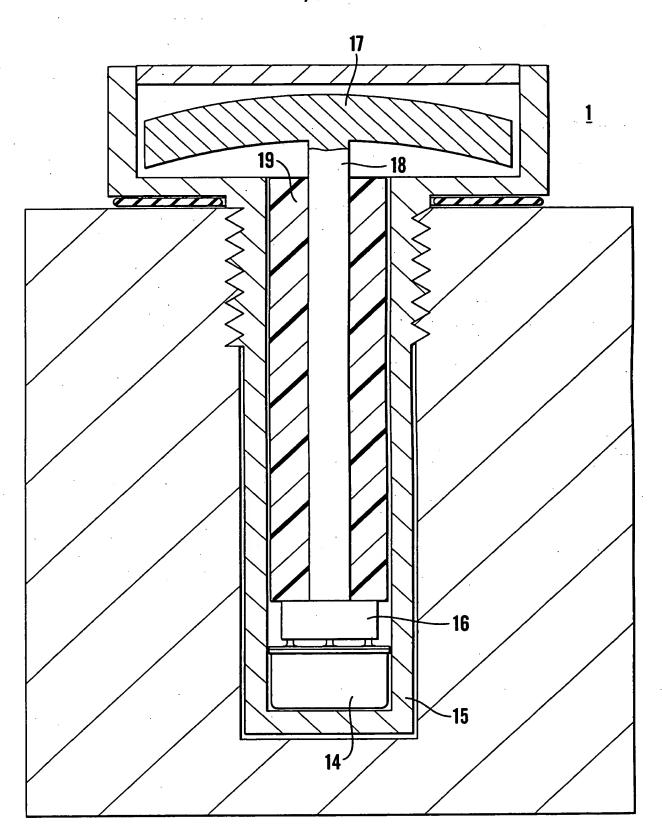


Fig.3
SUBSTITUTE SHEET

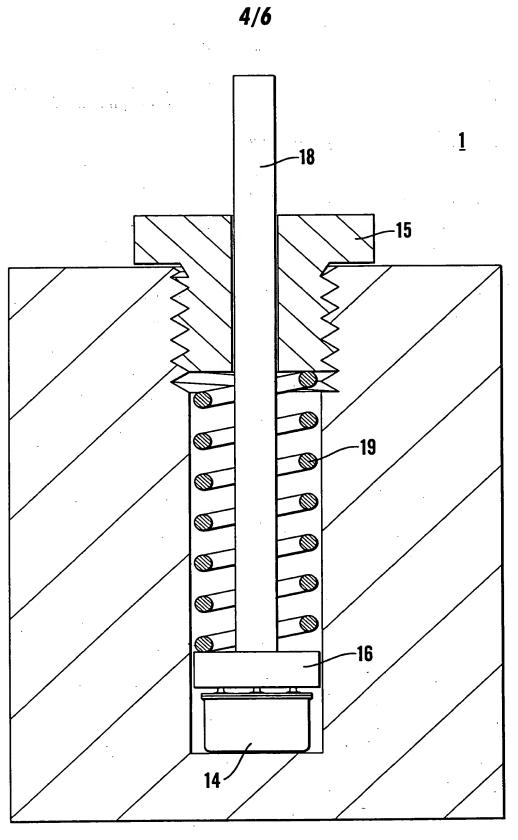


Fig.4

# SUBSTITUTE SHEET





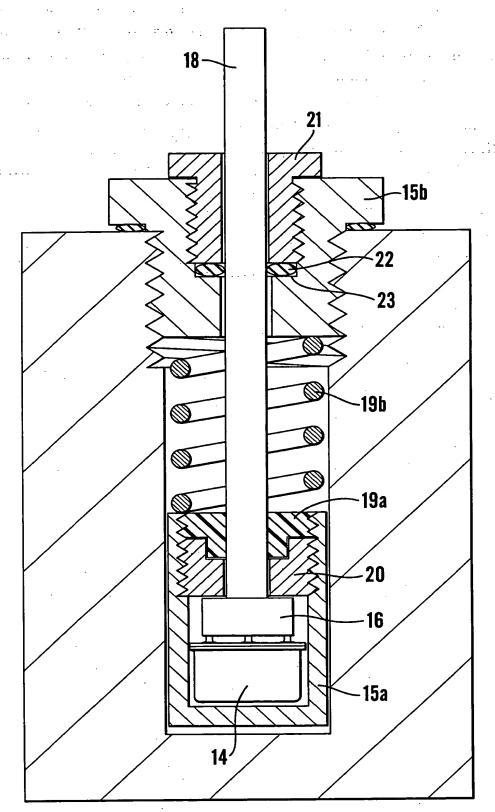


Fig.5

# SUBSTITUTE SHEET

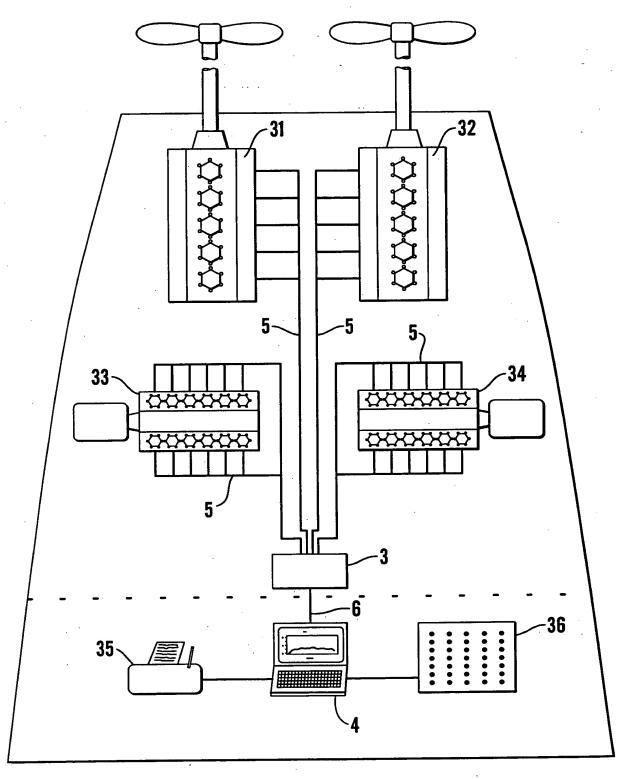


Fig.6

SUBSTITUTE SHEET

# Anordning og system for overvåking av temperatur inne i vanskelig tilgjengelige og/eller bevegelige deler

Oppfinnelsen angår en anordning og et system for overvåking av temperatur inne i vanskelig tilgjengelige, eventuelt bevegelige deler.

I store og mellomstore maskiner og motorer, som for eksempel dieselmotorer, finnes det mange lagre som kan skades under drift. For å hindre
dette har det til nå vært vanlig å overvåke slike lagre ved hjelp av
kontinuerlig temperatur eller vibrasjonsmåling, eller ved periodiske målinger
av de samme parametre. I store dieselmotorer er det innført krav fra klasseselskaper om temperaturovervåking av rammelagre. Slike krav er imidlertid
ikke innført i forbindelse med veivlagrene, og årsaken til dette er at det ikke
finnes utstyr som er hensiktsmessig for måling av denne temperaturen.

Spesielt for 4-takts medium- og hurtigroterende dieselmotorer vil det være en meget stor fordel om skader i veivlagrene kan oppdages på et tidlig tidspunkt. I disse motorene kan skadeutviklingen gå raskt, og konsekvensene av et veivlagerhavari blir ofte meget dramatiske.

15

20

25

30

Alvorlige motorskader oppstår som regel når en primærskade (initieringsskade) fører til motorhavari. En slik primærskade kan være at stempelet mister smøringen i sylinderen p.g.a. sotdannelse på stempelkronen, eller p.g.a. feil med forbrenningen i sylinderen. Stempelet vil begynne å gå tregt og dermed påføre veivlageret større belastning/flatetrykk. En annen primærskade som kan føre til alvorlige motorskader er smøreoljesvikt til veivlageret p.g.a. svikt i tilførselen fra smøreoljepumpen eller tette oljekanaler i veivakselen. En siste primærskade som skal nevnes i denne forbindelse er at en veivbolt løsner eller ryker.

Alle ovennevnte skadetilstander vil med stor sannsynlighet påføre motoren enorme havariskader, spesielt på veivaksel, stempelstang (råde), og motorblokk. I mange tilfeller slites stempelstangen løs fra festet i stempelet (som revner), og en del av de roterende delene kan i verste fall slenges ut av motoren. En slik havariutvikling kan medføre stor risiko for maskinbesetningen dersom de oppholder seg i nærheten av motoren. Dersom motoren sørger for fremdriften til et skip, vil skipet kunne miste fremdrift og manøvreringsevne over en lengre periode, noe som kan resultere i grunnstøting og forurensningsproblemer.

En tilstrekkelig rask temperatursensor vil gjøre det mulig å stenge av motoren på et så tidlig tidspunkt at slike alvorlige skader kan unngås og at det i verste fall kun er nødvendig å utskifte deler eller utføre reparasjonsarbeide knyttet til den primærskade som forårsaket temperaturøkningen.

Så langt er problemet beskrevet i forbindelse med motordeler generelt og veivlagre i store og mellomstore dieselmotorer spesielt. Imidlertid gjør tilsvarende problemer seg gjeldende i forbindelse med en rekke roterende deler, for eksempel i elektromotorer, i hjullagre og bremseskiver med videre.

10

15

20

25

30

I SE-B-391.031 er det beskrevet en anordning for måling av temperatur i en bevegelig mekanisk del. Publikasjonen viser hvordan denne anordningen kan benyttes for å overvåke temperaturen i krysslageret i en dieselmotor. I denne anordningen er sensoren en temperaturfølsom motstand, og overføringen av målesignalene gjøres kapasitivt. Det finnes også tilsvarende løsninger hvor signaloverføringen gjøres ved hjelp av slepekontakter eller induktivt. Alle disse alternativene innebærer måleusikkerhet på grunn av at kretsenes elektriske egenskaper kan endre seg, og ingen av dem tillater overføring av data uten elektrisk kontakt annet enn over svært korte avstander.

WO 97/09596 beskriver en sensor for deteksjon av tilstandsdata, herunder temperatur, i en elektromotor. Sensoren er dannet av et overflatebølgeakustisk element, eller en SAW-brikke. SAW-brikkens egenskaper endres som en funksjon av de fysiske tilstander som skal måles, noe som fører til at overføringsfunksjonen endres. Et avspørringssignal i form av et radiosignal med bestemte egenskaper sendes fra en avspørringsenhet og mottas av SAWbrikken. Der omdannes det til et elektrisk signal og videre til et akustisk signal som forplantes langs elementets overflate og reflekteres for så å omdannes tilbake først til et elektrisk signal og deretter til et radiosignal som sendes tilbake til avspørringsenheten. Der utledes de fysiske tilstandsdata basert på de endringer av avspørringssignalet som er et resultat av endringer i SAW-brikkens overføringsfunksjon. Publikasjonen angir hvordan det er mulig å plassere sensoren inne i en vikling og forbinde denne med en antenne som er plassert på utsiden av denne. Det er imidlertid ikke beskrevet hvordan en slik sensor kan utformes for å kunne monteres på en egnet måte og slik at den er tilstrekkelig robust for å benyttes i spesielt røffe omgivelser.

En lignende sensor er beskrevet i WO 93/13495, beregnet for hjullagre og bremseklosser på tog.

5

10

15

20

30

SAW-brikker er imidlertid ikke nevneverdig robuste i røffe omgivelser, og i de tidligere kjente anvendelser er det kun foreslått å montere dem på overflaten til den komponenten som skal overvåkes. Dette skyldes for det første at det er enkelt og ikke krever inngrep i selve komponenten, og for det andre at dersom SAW-brikken ble plassert inne i komponenten ville det være vanskelig å overføre avspørringssignalet, siden komponenten som skal overvåkes ville virke som en skjerm. De tidligere kjente sensorer av denne type er altså ikke egnet ved en lang rekke anvendelser, spesielt i forbindelse med motorer og særlig ved måling av temperatur dypere inne i en komponent enn ved overflaten.

US-A-5.438.322 viser en temperatursensor som er utformet som en bolt. Denne inneholder imidlertid en radiosender som, dersom temperaturen overstiger en viss kritisk verdi, presess mot boltens overflate og aktiviseres slik at et alarmsignal sendes ut. Sensoren kan altså ikke avgi informasjon om hva den faktiske temperaturen er, den er kun utformet for å avgi et alarmsignal dersom en grense overskrides.

I motsetning til tidligere kjente løsninger bringer foreliggende oppfinnelse til veie en sensor som er robust overfor røffe omgivelser, og som kan benyttes også for å måle temperaturen dypt inne i komponenten som skal overvåkes. Videre gjør oppfinnelsen det mulig å overføre temperaturdata fra sensoren og til en mottager selv om sensoren er montert på en del som er bevegelig i forhold til mottageren og befinner seg i en viss avstand fra mottageren.

De ovennevnte egenskaper oppnås ved hjelp av de karakteriserende trekk som er angitt i de selvstendige krav.

Utover de egenskaper som er nevnt over, bringer oppfinnelsen til veie et system som enkelt kan monteres i allerede eksisterende anlegg. Slikt montasjearbeid vil eksempelvis kunne utføres av montører fra utstyrsleverandøren. Det kreves altså ikke at leverandører av motorer og andre maskiner utformer disse slik at de er forberedt for bruk sammen med foreliggende oppfinnelse.

Oppfinnelsen vil nå beskrives i ytterligere detalj i form av et utførelseseksempel og under henvisning til de vedlagte tegninger. Disse viser:

- Fig. 1 Prinsippskisse av en anvendelse hvor oppfinnelsen benyttes for å måle temperatur i veivlagre,
- 5 Fig. 2 En SAW-brikke som kan anvendes som sensorelement i foreliggende oppfinnelse,
  - Fig. 3 Utformingen av en sensor for temperaturovervåkning ifølge foreliggende oppfinnelse,
  - Fig. 4 Alternativ utforming av en sensor for temperaturovervåkning ifølge foreliggende oppfinnelse,

10

- Fig. 5 Nok en alternativ utforming av en sensor for temperaturoverfåkning ifølge foreliggende oppfinnelse,
- Fig. 6 Bruk av foreliggende oppfinnelse ved overvåking av et skipsmotoranlegg.
- 15 I figur 1 er det vist hvordan foreliggende oppfinnelse kan benyttes i et system for måling av temperatur i veivlagre, spesielt på store og mellomstore dieselmotorer. Systemet består av fire hovedkomponenter, nemlig sensorer 1 (fortrinnsvis én for hver sylinder), antenner 2 (fortrinnsvis én for hver sensor), kontrollenhet 3 og registreringsenhet 4. Sensorene 1 er her montert 20 fritt i veivlagerhuset. Antennene 2 er montert inne i motoren og forbundet med kontrollenheten 3 som fortrinnsvis omfatter en multiplekser for å kunne motta måledata fra flere enn en antenne/sensor. Kontrollenheten 3 vil fortrinnsvis være anordnet i nærheten av motoren og forbundet med antennene 2 via signalkabler 5. Registreringsenheten 4 er fortrinnsvis en 25 datamaskin med programvare for lagring av historiske data, fremvisning av måledata på grafisk og alfanumerisk form, konfigurasjon av alarmgrenser, eventuell kommunikasjon med alarmsentral, utskrift av rapporter m.m. Denne enheten vil fortrinnsvis plasseres i kontrollrommet til den maskinen eller motoren som skal overvåkes og den vil være koblet til kontrollenheten via en 30 standardforbindelse for dataoverføring, for eksempel en databuss-løsning 6. I mange tilfeller vil denne datamaskinen kunne være en datamaskin som allerede finnes i et slikt kontrollrom, og som samtidig kjører annen program-

vare knyttet til driften av maskinen som skal overvåkes.

Kontrollenheten 3 er utformet for å kunne sende et avspørringssignal til en av sensorene via multiplekseren og den antennen 2 som er tilknyttet den aktuelle sensor 1. Dette avspørringssignalet vil reflekteres i modifisert form (f.eks. ved tidsforsinkelse eller faseendring) fra ett eller flere steder på sensorens 1 overflate, sendes tilbake fra sensoren for å oppfanges av antennen 2, og deretter sendes tilbake til kontrollenheten 3 eventuelt via en multiplekser. I kontrollenheten vil det modifiserte signalet vurderes og temperaturen i veivlageret utledes fra dette. Den utledede temperaturen overføres så til registreringsenheten 4 for registrering og videre behandling.

5

- 10 Figur 2 viser hvordan selve det temperaturfølsomme elementet kan være utformet. Elementet utgjøres av en SAW-brikke med en transduser 12, ofte kalt en fingerkobler, og én eller flere reflektorer 13. Når et høyfrekvent signal påtrykkes transduseren 12, vil dette signalet omformes til et akustisk signal som forplantes langs SAW-brikkens overflate, reflekteres ved de 15 respektive reflektorene 13 og returneres til transduseren i form av et modifisert signal sammensatt av signalene reflektert fra de respektive stripene. Transduseren 12 omvandler de reflekterte signalene tilbake til elektriske signaler som avgis fra transduseren. Egenskapene til signalveien langs SAW-brikkens overflate er imidlertid avhengig av temperaturen til 20 SAW-brikken. SAW-brikken vil altså opptre som et signalbehandlingselement med temperaturavhengig overføringsfunksjon. Endringer i overføringsfunksjonen vil kunne avledes av egenskapene til det reflekterte signalet, og basert på dette vil temperaturen kunne utledes. Dette vil omtales nærmere under.
- Figur 3 viser et eksempel på hvordan sensoren 1 kan være utformet. Selve det temperaturfølsomme elementet, SAW-brikken 11, vil normalt være innkapslet i et hus. I det etterfølgende vil den komponenten som utgjøres av SAW-brikken og dens innkapsling eller hus refereres til som sensorelementet 14. I dette eksemplet er sensorelementet 14 plassert i en bolt 15. Sensor-elementet 14 kan imidlertid også være plassert fritt i den delen som skal overvåkes, noe som vil beskrives nærmere under. Elementet er eksempelvis montert i en holder eller sokkel 16, som også kan være et lite kretskort, som igjen er forbundet med en antenne 17, for eksempel ved hjelp av en transmisjonslinje 18, så som en koaksialkabel. Antennen 17 er plassert slik at den rager ut av den delen som skal overvåkes. Eventuelt er antennen 17 anordnet ved boltens øvre ende for eksempel i form av et lite kretskort. I dette

eksemplet er altså antenne en integrert del av bolten 1 som utgjør sensoren. Imidlertid kan antennen også være anordnet separat og forbundet med sensoren via en forlengelse av den nevnte transmisjonslinje 18.

Når et avspørringssignal mottas av antennen 17, overføres det til sensorelementet 14 hvor det mottatte signalet omgjøres til et akustisk signal som påtrykkes SAW-brikken, slik det allerede er beskrevet. Når det reflekterte signalet mottas av transduseren 12 omdannes det fra et akustisk til et elektrisk signal som påtrykkes antennen 17 og som sendes ut fra denne som det modifiserte avspørringssignalet. Dette signalet mottas av antennen 2 og viderebehandles som beskrevet over.

5

10

15

Selve utformingen av bolten 15 kan variere avhengig av hva slags miljø sensoren 1 skal plasseres i. Ved en foretrukket utførelse vil bolten være utført med utvendige gjenger slik at den kan skrus inn i den komponenten den skal monteres i. Andre utførelser er imidlertid også mulige. For eksempel kan bolten 15 utføres med glatt overflate eller overflate med en viss ruhet, og presses inn i et trangt hull hvor den holdes fast ved spenn og friksjon. Innvendig vil bolten 15 fortrinnsvis være fylt med et materiale 19 som holder de respektive komponentene på plass, for eksempel epoksy eller en varmebestandig gummihylse.

20 En alternativ utforming er vist i figur 4, hvor samme eller tilsvarende komponenter som de som er vist i figur 3 er gitt samme henvisningstall. I dette eksemplet er ikke sensorelementet 14 anordnet inne i en bolt, idet bolten 15 i dette tilfelle kun tjener til å lukke monteringshullet og fastholde de aktuelle komponentene. I stedet er sensorelementet 14 anbragt fritt nederst i et hull i den delen som skal overvåkes. På samme måte som i eksemplet vist 25 i figur 3 kan sensorelementet være montert i en holder 16 og forbundet med en transmisjonslinje 18. Denne transmisjonslinjen vil igjen være forbundet med en antenne (ikke vist) på utsiden av delen som skal overvåkes. I eksemplet på figuren er det vist hvordan en fjær 19 som holdes fast av bolten 30 15 presser sensorelementet 14 mot bunnen av hullet. Alternativt til en fjær kan det benyttes en hylse av egnet materiale som for eksempel varmebestandig gummi. Eventuelt kan hullet fylles med epoksy e.l., men det vil ikke være en foretrukket løsning ved denne utførelsen, da det vil vanskeliggjøre fjerning/erstatting av sensorelementet 14 og de øvrige komponentene.

En ytterligere utførelse er vist i figur 5, hvor tilsvarende henvisningstall som i de tidligere figurer igjen er benyttet. Ved denne utførelsen er sensorelementet 14 og holderen 16 anordnet inne i en innkapsling 15a som er lukket av en skrue 20 med hull for gjennomføring av transmisjonslinjen 18. Denne gjennomføringen kan igjen være tettet for eksempel med epoksy 19a. Denne innkapslingen vil i sin tur presses mot bunnen av hullet den er anbragt i av en fjær 19b eller en hylse som igjen holdes på plass av en bolt 15c med hull for gjennomføring av transmisjonslinjen. I eksemplet på figuren er det i dette hullet anordnet en skrue 21 som presser en pakning eller o-ring 22 mot en innvendig flate 23 i bolten 15b slik at o-ringen 22 slutter tett om transmisjonslinjen 18. Transmisjonslinen 18 er igjen forbundet med en antenne (ikke vist) på utsiden av den del som overvåkes.

5

10

15

20

Mens den utformingen som er beskrevet under henvisning til figur 3 er velegnet for standard lengder, altså når selve det temperaturfølsomme elementet alltid skal monteres like langt inn i den delen som skal overvåkes, er utførelsesformene som er vist i figurene 4 og 5 egnet for variable lengder, hvor dybden til det enkelte monteringshull avgjør hvor langt inn i delen som skal overvåkes, det temperaturfølsomme elementet anbringes.

Ved montering av sensoren i den komponenten som skal overvåkes, er det viktig at denne ikke påføres skader som svekker komponenten unødig. Dersom sensoren skal overvåke en komponent som utsettes for belastning, slik tilfellet vil være ved et veivlager, er det derfor av stor viktighet at det utarbeides spesifikasjoner for hvor og hvordan monteringen skal finne sted, og at dette arbeidet utføres av kvalifiserte fagfolk.

Figur 6 viser hvordan foreliggende oppfinnelse kan benyttes ved overvåkning av et skipsmotoranlegg bestående av to hovedmotorer 31, 32, og to hjelpemotorer 33, 34. Et antall sensorer med tilhørende antenner er anordnet i hver motor slik det allerede er beskrevet, og disse er forbundet med en kontrollenhet 3 som i dette eksemplet omfatter en multiplekser eller en annen form for velger som styrer signalene til og fra de respektive sensoren. Kontrollenheten 3 er fortrinnsvis plassert i maskinrommet i nærheten av motorene. Fra kontrollenheten 3 overføres signalene via en databuss 6 til en datamaskin 4 som utgjør registreringsenheten omtalt over og som er plassert i skipets kontrollrom. Denne er forbundet med en skriver 35 og en alarmsentral 36.

Fra kontrollenheten 3 mottar datamaskinen 4 datasignaler som inneholder informasjon om den målte temperaturen ved de forskjellige sensorer. Fortrinnsvis omfatter denne informasjonen både temperaturdata og data som identifiserer den enkelte sensor, men alternativt kan datamaskinen 4 styre multiplekseren i kontrollenheten 3 slik at temperaturdata alltid mottas fra den sensor datamaskinen velger å sende et avspørringssignal til. De mottate temperaturdata lagres i datamaskinen, og temperaturinformasjon kan vises frem grafisk eller alfanumerisk på datamaskinens skjerm. Det kan også skrives ut temperaturoversikter og historiske data på den tilknyttede skriver.

5

25

30

35

10 Datamaskinen vil fortrinnsvis være programmert for å reagere på temperaturer som overstiger definerte alarmterskler. Dersom en av sensorene angir en temperatur høyere en den definerte temperaturterskel vil det genereres et alarmsignal som overføres til en alarmsentral 36. Eventuelt vil det også indikeres på datamaskinen 4 at en alarmtilstand foreligger. Alarm-15 sentralen kan være utført på en rekke forskjellige måter for å angi at en alarmtilstand foreligger i form av visuell informasjon eller lyd. Alarmsentralen 36 eller datamaskinen 4 kan også være anordnet for, ved en på forhånd definert tilstand av én eller flere alarmer, å slå av en eller flere av motorene. Det vil også være mulig å definere flere alarmnivåer for hver 20 enkelt sensor, slik at for eksempel ved et første nivå angis en alarm visuelt, ved et andre nivå utløses en alarm i form av en lyd, og ved et tredje temperaturnivå senkes turtallet eller belastningen på motoren eller motorene, eller de stoppes.

Det vil innses av en fagmann at innenfor rammen av oppfinnelsen vil det være mulig å utføre en rekke variasjoner og alternativer. For eksempel kan den fysiske utformingen av bolten 15 endres for å tilpasses den komponenten sensoren skal monteres i. Videre vil det forstås at sensoren i følge oppfinnelsen er egnet til å overvåke temperaturen i en lang rekke forskjellige komponenter i maskiner og kjøretøyer, ikke bare de som er nevnt her. Det vil også være mulig å utføre selve signalbehandlingen i kontrollenheten for å utlede temperaturen til sensoren på en rekke forskjellige måter.

Ved en foretrukket utførelse er det modifiserte avspørringssignalet sammensatt av refleksjoner fra flere steder på brikkens overflate, og ved hensiktsmessig måleutstyr blir de absolutte fasene fra hver enkelt refleksjon målt. Ved å kombinere disse forskjellige absoluttfasene slik at en fortrinnsvis får frem visse differanser mellom dem, er det mulig å fastlegge temperaturen utvetydig, og uavhengig av den veien som signalet har tatt mellom sensor og kontrollenhet og den tilhørende forsinkelse. Ved å beregne slike differanser kan en videre oppnå det samme som en oppnår når en har et separat referanseelement som en sammenligner målingene med. En kan slik si at en har en referanse på brikken. Selve utspørringssignalet vil ved en foretrukket utførelse ha en konstant frekvens som er amplitude- eller pulsmodulert for å kunne skille det modifiserte avspørringssignalet fra det opprinnelige avspørringssignalet i de elektroniske målekretsene. Det vil også være mulig å gjennomføre modifikasjoner som for eksempel benytter frekvensmodulerte avspørringssignaler (chirp).

5

10

15

En fagmann vil også kunne se at behandlingen av det modifiserte avspørringssignalet kan fordeles mellom kontrollenheten 3 og registreringsenheten 4, ved at visse egenskaper ved signalet utledes i kontrollenheten og at disse overføres til registreringsenheten for videre behandling der, for eksempel for sammenligning med kalibreringsverdier for sensorelementene, hvilke kan være lagret i kontrollenheten eller på datafiler i registreringsenheten.

### **PATENTKRAV**

- 1. Anordning for måling av temperatur inne i en vanskelig tilgjengelig og/eller bevegelig mekanisk del, omfattende et temperaturfølsomt element med en SAW-brikke (11) med temperaturavhengig overføringsfunksjon, hvor
- SAW-brikken har en transduser som er utformet for å forbindes med en antenne som monteres på utsiden av nevnte del, karakterisert ved at det temperaturfølsomme elementet er anordnet i en innkapsling (14; 15; 15a) som er utformet for å kunne plasseres og holdes på plass i et monteringshull i nevnte del.
- Anordning ifølge krav 1,
   k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte innkapsling (14; 15; 15a) utgjør en hul bolt (15, fig. 3) utformet for å skrus inn i nevnte monteringshull og hvor det temperaturfølsomme elementet er anordnet innvendig i bolten mens det ved den del av bolten som rager ut av nevnte del er anordnet en antenne (17)
   som er forbundet med det temperaturfølsomme elementet over en transmisjonslinje (18).
  - 3. Anordning ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte bolt (15, fig. 3) innvendig er fylt med et materiale (19) som holder det temperaturfølsomme elementet på plass.
  - 4. Anordning ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte materiale (19) er epoksy eller en varmebestandig gummihylse.
  - 5. Anordning ifølge krav 1,

20

- 25 k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte innkapsling (14; 15a) er utformet for å anordnes separat ved nedre ende av nevnte monteringshull og at anordningen videre omfatter en bolt (15b) for lukking av monteringshullet og et materiale (19; 19a, 19b) som er utformet for å plasseres mellom nevnte bolt (15b) og innkapslingen (14; 15a) slik at innkapslingen (14; 15a) holdes sikkert på plass etter montering.
  - 6. Anordning ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte materiale (19; 19a; 19b) er en fjær

som når anordningen er montert presser innkapslingen (14; 15a) ned mot monteringshullets nedre ende.

7. Anordning ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte materiale (19; 19a; 19b) er epoksy eller en varmebestandig gummihylse.

5

- System for overvåkning av temperaturen i en eller flere vanskelig tilgjengelige og/eller bevegelige mekaniske deler, hvor det inne i de respektive delene som skal overvåkes er anordnet minst en sensor (1) omfattende et temperaturfølsomt element med en SAW-brikke (11) med 10 temperaturavhengig overføringsfunksjon, og hvor hver SAW-brikke har en transduser som er forbundet med en respektive første antenne (17) som er monteret på utsiden av den respektive del, karakterisert ved at det temperaturfølsomme elementet er anordnet i en innkapsling (14; 15; 15a) som er plassert og holdes på plass i et monteringshull i den respektive mekaniske del; 15 at det for hver sensor (1) er anordnet en andre antenne (2) som er innrettet slik at den kan sende signaler til og motta signaler fra denne sensor (1) over nevnte første antenne (17), idet nevnte andre antenne er forbundet, via en signalkabel (5), med en kontrollenhet (3) som, dersom systemet omfatter 20 flere enn en sensor (1), omfatter en multiplekser; og at kontrollenheten (3) er anordnet for å kunne sende et avspørringssignal til og motta et modifisert avspørringssignal fra en hvilken som helst av sensorene (1) via tilhørende signalkabel (5) og tilhørende andre antenne (2), idet kontrollenheten (3) videre er anordnet for å behandle det mottatte 25 modifiserte avspørringssignalet, og, ut fra egenskapene til det modifiserte avspørringssignalet, generere et datasignal som er representativt for temperaturen til sensoren (1).
- 9. System ifølge krav 8,
  k a r a k t e r i s e r t v e d at det på nevnte SAW-brikke (11) er anordnet
  et flertall reflektorer (13), og at kontrollinnretningen (3) er utformet for å
  kunne måle de absolutte fasene til de komponentene av det modifiserte
  avspørringssingalet som er knyttet til de respektive reflektorer og å generere
  nevnte datasignal ved hjelp av differansene mellom disse absoluttfasene.

10. System ifølge krav 8 eller 9,

k a r a k t e r i s e r t v e d at kontrollanordningen (3) videre er forbundet med en registreringsanordning (4) via en databuss (6) og er anordnet for å overføre nevnte datasignal som er representativt for temperaturen til sensoren (1) til registreringsenheten (4).

11. System ifølge krav 10,

5

10

15

k a r a k t e r i s e r t v e d at registreringsanordningen (4) omfatter et lager for lagring av de mottatte datasignaler eller verdier som er utledet fra disse og en fremvisningsanordning for fremvisning av informasjon om disse lagrede verdiene grafisk eller i form av alfanumeriske tegn.

- 12. System ifølge krav 10 eller 11, k a r a k t e r i s e r t v e d at registreringsanordningen (4) er anordnet for å generere et signal som angir en alarmtilstand når den mottar et datasignal som indikerer at temperaturen ved en av sensorene (1) er høyere enn en
- 13. System ifølge krav 12, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte signal som angir en alarmtilstand utløser en visuell alarm eller en alarm i form av en lyd.
  - 14. System ifølge krav 12,

forhåndsbestemt terskelverdi.

k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte signal som angir en alarmtilstand fører til en reduksjon i belastningen, reduksjon i turtallet eller avstengning av en maskin, en motor eller en prosess hvor delen hvis temperatur overvåkes, inngår.

### SAMMENDRAG

Det er beskrevet en anordning for måling av temperatur i en vanskelig tilgjengelig og/eller bevegelig mekanisk del. Anordningen omfatter et temperaturfølsomt element som kan anbringes inne i den bevegelige delen og som er utformet for å avgi et signal som bærer informasjon om temperaturen til nevnte element, slik at dette signalet kan mottas av en kontrollenhet. Det temperaturfølsomme elementet er en SAW-brikke som er anordnet ved den nedre enden av et hull i den mekaniske delen hvis temperatur skal måles, og den er forbundet med en første antenne anordnet utenfor nevnte hull i nevnte mekaniske del.

15 Det er også beskrevet et system for overvåkning av temperaturen i en eller flere vanskelig tilgjengelige og/eller bevegelige mekaniske deler. For hver sensor (1) er det anordnet en andre antenne (2) som er kan sende signaler til og motta signaler fra sin 20 tilhørende sensor (1). Nevnte andre antenne (2) er, via en signalkabel (5), forbundet med en kontrollenhet (3) som eventuelt omfatter en multiplekser. Kontrollenheten (3) er anordnet for å kunne sende et avspørringssignal til og motta et 25 modifisert avspørringssignal fra en hvilken som helst av sensorene (1). Kontrollenheten (3) er videre anordnet for å behandle det mottatte modifiserte avspørringssignalet, og fra dette generere et datasignal som er representativt for

temperaturen til sensoren (1).

Fig. 1

30



# WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION International Bureau



# INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification  $^7$ :

G01K 13/08, G08C 17/00

(11) International Publication Number:

WO 00/62029

A1 |

(43) International Publication Date:

19 October 2000 (19.10.00)

(21) International Application Number:

PCT/NO00/00105

(22) International Filing Date:

23 March 2000 (23.03.00)

(30) Priority Data:

19991514

26 March 1999 (26.03.99) N

NO

(71) Applicant (for all designated States except US): SENSIT AS [NO/NO]; P.O. Box 2075, N-7001 Trondheim (NO).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant (for US only): JAGTØYEN, Andreas [NO/NO]; N-7083 Leinstrand (NO).

(74) Agent: ONSAGERS AS; P.O. Box 265 Sentrum, N-0103 Oslo (NO).

(81) Designated States: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

#### **Published**

With international search report.

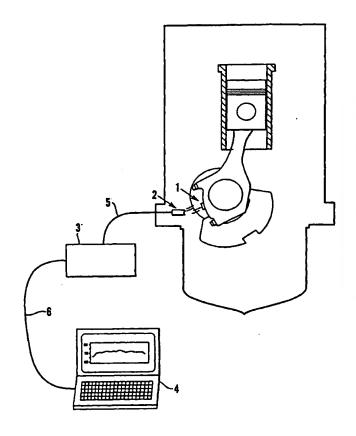
Before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of the receipt of amendments.

In English translation (filed in Norwegian).

(54) Title: DEVICE AND SYSTEM FOR MONITORING INTERNAL TEMPERATURE OF INACCESSIBLE OR MOVING PARTS

### (57) Abstract

A device and a system for measuring temperature in an inaccessible and/or movable mechanical part. The device comprises a temperature–sensitive element which can be installed inside the movable part and which is designed to emit a signal containing information on the temperature of said element, in such a way that this signal can be received by a control unit. The temperature–sensitive element is a SAW chip which is arranged at the lower end of a hole in the mechanical part whose temperature is to be measured and it is connected to a first antenna provided outside said hole in said mechanical part.





### FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	ES	Spain	LS	Lesotho	SI	Slovenia
AM	Armenia	FI	Finland	LT	Lithuania	SK	Slovakia
AT	Austria	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabon	LV	Latvia	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaijan	GB	United Kingdom	MC	Monaco	TD	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	GE	Georgia	MD	Republic of Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tajikistan
BE	Belgium	GN	Guinea	MK	The former Yugoslav	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Greece		Republic of Macedonia	TR	Turkey
BG	Bulgaria	HU	Hungary	ML	Mali	TT	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MN	Mongolia	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israel	MR	Mauritania	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Iceland	MW	Malawi	US	United States of America
CA	Canada	IT	Italy	MX	Mexico	UZ	Uzbekistan
CF	Central African Republic	JP	Japan	NE	Niger	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NL	Netherlands	YU	Yugoslavia
CH	Switzerland	KG	Kyrgyzstan	NO	Norway	zw	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Democratic People's	NZ	New Zealand		
СМ	Cameroon		Republic of Korea	PL	Poland		
CN	China	KR	Republic of Korea	PT	Portugal		
CU	Cuba	KZ	Kazakstan	RO	Romania		
CZ	Czech Republic	LC	Saint Lucia	RU	Russian Federation		
DE	Germany	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Denmark	LK	Sri Lanka	SE	Sweden		
EE	Estonia	LR	Liberia	SG	Singapore		

WO 00/62029 1 PCT/NO00/00105

Device and system for monitoring internal temperature of inaccessible or moving parts.

The invention relates to a device and a system for monitoring temperature inside inaccessible and/or movable parts.

In large or medium-sized machines and engines, such as for example diesel engines, there are many bearings which may be damaged during operation. In order to prevent this the standard procedure to date has been to monitor such bearings by means of continuous temperature or vibration measurement, or by periodic measurements of the same parameters. In large diesel engines requirements have been introduced from classification societies regarding temperature monitoring of main bearings. These requirements, however, have not been introduced in connection with crankshaft bearings, the reason being that no equipment exists which is suitable for measuring this temperature.

For 4-stroke medium and high-speed diesel engines it will be an enormous advantage if damage to the crankshaft bearings can be detected at an early stage. In these engines the damage can develop quickly, and the consequences of a crankshaft bearing breakdown are often highly dramatic.

15

20

25

Serious engine damage usually occurs when primary damage (initiating damage) leads to engine breakdown. An example of such primary damage may be that the piston loses the lubrication in the cylinder due to carbon formation on the piston crown, or due to a fault in the combustion in the cylinder. The piston will begin to move sluggishly, thereby inflicting greater loading/surface pressure on the crankshaft bearing. Another example of primary damage which can result in serious engine damage is lubricating oil failure to the crankshaft bearing on account of failure in the supply from the lube oil pump or clogged oil channels in the crankshaft. A final example of primary damage which may be mentioned in this connection is when a crank bolt loosens or breaks.

In all probability, all of the above-mentioned situations will inflict enormous damage on the engine, especially on the crankshaft, piston rod (connecting rod), and the engine block. In many cases the piston rod is torn loose from its attachment in the piston (which cracks), and in the worst case some of the rotating parts may be thrown out of the engine. Developments of this kind may entail great risk for the engine-room crew if they are in the vicinity of

WO 00/62029 2 PCT/NO00/00105

5

10

15

20

25

30

the engine. If the engine is providing for a ship's propulsion, the ship may lose its propulsion and manoeuvring ability over a considerable period, which can result in running aground and pollution problems.

A sufficiently fast temperature sensor will enable the engine to be shut down so early that such serious damage can be avoided and in the worst case it will only be necessary to replace parts or carry out repairs in connection with the primary damage which caused the temperature increase.

So far the problem has been described in connection with engine parts in general and crankshaft bearings in large and medium-sized diesel engines in particular. However, similar problems occur in connection with a number of rotating parts, for example in electric motors, wheel bearings, brake discs and so on.

In SE-B-391.031 a device is described for measuring temperature in a movable mechanical part. The publication shows how this device can be employed for monitoring the temperature in the crosshead bearing in a diesel engine. In this device the sensor is a temperature-sensitive resistor, and the transmission of the test signals is performed capacitively. Similar solutions also exist where the signal transmission is performed by means of sliding contacts or inductively. There is an element of uncertainty concerning the measurement in all of these alternatives due to the fact that the circuits' electrical properties can change, and none of them permit transmission of data without electrical contact other than over extremely short distances.

WO 97/09596 describes a sensor for detection of status data, including temperature, in an electric motor. The sensor is formed from a surface wave acoustic element, or a SAW chip. The SAW chip's properties are altered as a function of the physical conditions which have to be measured, which results in alteration of the transmitting function. A polling signal in the form of a radio signal with specific properties is transmitted from a polling unit and received by the SAW chip. There it is converted to an electrical signal and then to an acoustic signal which is transmitted along the element's surface and reflected, whereupon it is converted back first to an electrical signal and then to a radio signal which is returned to the polling unit. There the physical status data are derived based on the changes in the polling signal which are a result of changes in the SAW chip's transmitting function. The publication

WO 00/62029 3 PCT/NO00/00105

describes how it is possible to place the sensor inside a winding and connect it to an antenna which is located on the outside thereof. However, it does not describe how such a sensor may be designed in order to be capable of being installed in a suitable manner and to be sufficiently robust to be used in a particularly harsh environment.

A similar sensor is described in WO 93/13495, intended for wheel bearings and brake blocks on trains.

5

10

15

20

SAW chips, however, are not particularly robust in a harsh environment, and in the previously known applications it has only been proposed that they should be installed on the surface of the component which is to be monitored. This is due first of all to the fact that it is simple and requires no modification to the actual component, and secondly that if the SAW chip were located inside the component it would be difficult to transmit the polling signal, since the component which is to be monitored would act as a screen. The previously known sensors of this type are therefore not suitable for a great many applications, especially in connection with engines and particularly for measuring temperature deeper inside a component than at the surface.

US-A-5.438.322 discloses a temperature sensor which is in the form of a bolt. However, it contains a radio transmitter which, if the temperature exceeds a certain critical value, is pressed against the bolt's surface and activated, thus causing an alarm signal to be transmitted. The sensor can therefore not supply information on what the actual temperature is, but is only designed to emit an alarm signal if a threshold is exceeded.

In contrast to the previously known solutions, the present invention provides a sensor which is robust with regard to a harsh environment, and which can also be employed for measuring the temperature deep inside the component which is to be monitored. Furthermore, the invention makes it possible to transmit temperature data from the sensor to a receiver even though the sensor is installed on a part which is movable relative to the receiver and is located at a certain distance from the receiver.

The above-mentioned characteristics are achieved by means of the characterising features which are set forth in the independent claims.

WO 00/62029 4 PCT/NO00/00105

In addition to the characteristics which are mentioned above, the invention provides a system which can easily be mounted in already-existing installations. This installation may, for example, be performed by fitters from the equipment supplier. Thus there is no requirement that suppliers of engines and other machines should design these systems in such a manner that they are ready for use together with the present invention.

The invention will now be described in further detail in the form of an exemplary embodiment and with reference to the attached drawings, in which:

5

- fig. 1 is a principle drawing of an application where the invention is used for measuring temperature in crankshaft bearings,
  - fig. 2 illustrates a SAW chip which can be employed as a sensor element in the present invention,
- fig. 3 illustrates the design of a sensor for temperature monitoring according to the present invention,
  - fig. 4 illustrates an alternative design of a sensor for temperature monitoring according to the present invention,
  - fig. 5 illustrates another alternative design of a sensor for temperature monitoring according to the present invention,
- fig. 6 illustrates the use of the present invention in monitoring a ship's engine installation.
- Figure 1 illustrates how the present invention can be employed in a system for measuring temperature in crankshaft bearings, especially in large and medium-sized diesel engines. The system consists of four main components, viz. sensors 1 (preferably one for each cylinder), antennae 2 (preferably one for each sensor), a control unit 3 and a recording unit 4. Here the sensors 1 are installed freely in the crankshaft bearing housing. The antennae 2 are installed inside the engine and connected to the control unit 3 which preferably comprises a multiplexer to enable test data to be received from more than one antenna/sensor. The control unit 3 will preferably be installed near the engine and connected to the antennae 2 via signal cables 5. The recording unit 4 is preferably a computer with software for storing historical

WO 00/62029 5 PCT/NO00/00105

data, display of test data in graphic and alphanumeric form, configuration of alarm limits, possibly communication with an alarm centre, printing of reports etc. This unit will preferably be placed in the control room for the machine or the engine which is to be monitored and it will be connected to the control unit via a standard connection for data transfer, for example a data bus solution 6. In many cases this computer could be a computer which is already located in such a control room, and which simultaneously runs other software associated with the operation of the machine which is to be monitored.

5

- 10 The control unit 3 is designed to be capable of transmitting a polling signal to one of the sensors via the multiplexer and the antenna 2 which is connected to the sensor concerned 1. This polling signal will be reflected in modified form (e.g. with time delay or phase change) from one or more points on the sensor's 1 surface, returned from the sensor to be received by the antenna 2, and then returned to the control unit 3 possibly via a multiplexer. In the control unit the modified signal will be evaluated and the temperature in the crankshaft bearing derived therefrom. The derived temperature is then transferred to the recording unit 4 for recording and further processing.
- 20 Figure 2 illustrates how the temperature-sensitive element itself may be designed. The element is composed of a SAW chip with a transducer 12, often called a interdigital transducer, and one or more reflectors 13. When a high-frequency signal is applied to the transducer 12, this signal will be converted to an acoustic signal which is transmitted along the SAW chip's 25 surface, reflected at the respective reflectors 13 and returned to the transducer in the form of a modified signal composed of the signals reflected from the respective reflectors. The transducer 12 converts the reflected signals back to electrical signals which are emitted from the transducer. The characteristics of the signal path along the SAW chip's surface, however, are dependent on the temperature of the SAW chip. The SAW chip will therefore 30 act as a signal processing element with temperature-dependent transfer function. Changes in the transfer function will be able to be derived from the characteristics of the reflected signal, and on this basis the temperature can be derived. This will be discussed in more detail below.

WO 00/62029 6 PCT/NO00/00105

5

10

15

20

25

30

35

Figure 3 illustrates an example of how the sensor 1 may be designed. The actual temperature-sensitive element, the SAW chip 11, will normally be encapsulated in a housing. In the following, the component which is composed of the SAW chip and its encapsulation or housing are referred to as the sensor element 14. In this example the sensor element 14 is located in a bolt 15. The sensor element 14, however, may also be located freely in the part which is to be monitored, which will be described in more detail below. The element is installed, for example, in a holder or socket 16, which may also be a small circuit board, which in turn is connected to an antenna 17, for example by means of a transmission line 18, such as a coaxial cable. The antenna 17 is located in such a way that it projects out of the part which is to be monitored. The antenna 17 may be installed at the bolt's upper end, for example in the form of a small circuit board. In this example, therefore, the antenna is an integrated part of the bolt 1 which forms the sensor. However, the antenna may also be provided separately and connected to the sensor via an extension of said transmission line 18.

When a polling signal is received by the antenna 17, it is transferred to the sensor element 14 where the received signal is converted to an acoustic signal which is applied to the SAW chip, as already described. When the reflected signal is received by the transducer 12, it is converted from an acoustic to an electrical signal which is applied to the antenna 17 and is transmitted therefrom as the modified polling signal. This signal is received by the antenna 2 and further processed as described above.

The actual design of the bolt 15 can vary depending on what kind of environment the sensor 1 is to be placed in. In a preferred embodiment the bolt will be designed with external threads, thus enabling it to be screwed into the component in which it is to be installed. However, other designs are also possible. For example, the bolt 15 may be designed with a smooth surface or a surface with a certain degree of roughness, and forced into a narrow hole where it is secured by tension and friction. The inside of the bolt 15 will preferably be filled with a material 19 which keeps the respective components in position, for example epoxy or a heat-resistant rubber sleeve.

An alternative design is illustrated in figure 4, where the same or corresponding components to those illustrated in figure 3 have been given the same reference numbers. In this example the sensor element 14 is not

WO 00/62029 7 PCT/NO00/00105

5

10

30

mounted inside a bolt. The bolt 15 in this case only serves to close the installation hole and secure the actual components. Instead, the sensor element 14 is mounted freely at the bottom of a hole in the part which is to be monitored. In the same way as in the example illustrated in figure 3, the sensor element may be mounted in a holder 16 and connected to a transmission line 18. This transmission line will in turn be connected to an antenna (not shown) on the outside of the part which is to be monitored. In the example in the figure it is shown how a spring 10 which is secured by the bolt 15 presses the sensor element 14 against the bottom of the hole. As an alternative to a spring, a sleeve may be employed made of a suitable material such as for example heat-resistant rubber. The hole may be filled with epoxy or the like, but it will not be a preferred solution in this embodiment, since it will make it difficult to remove/replace the sensor element 14 and the other components.

A further embodiment is illustrated in figure 5, where corresponding 15 reference numbers to those in the previous figures are again employed. In this embodiment the sensor element 14 and the holder 16 are installed inside an encapsulation 15a which is closed by a screw 20 with a hole for passing through the transmission line 18. This passage may in turn be sealed, for 20 example, by epoxy 19a. In its turn this encapsulation will be pressed against the bottom of the hole in which it is located by a spring 19b or a sleeve which in turn is kept in position by a bolt 15c with a hole for passing through the transmission line. In the example in the figure there is provided in this hole a screw 21 which presses a gasket or O-ring 22 against an internal 25 surface 23 in the bolt 15b, with the result that the O-ring 22 tightly encloses the transmission line 18. The transmission line 18 in turn is connected to an antenna (not illustrated) on the outside of the part which is being monitored.

While the design which is described with reference to figure 3 is well-suited to standard lengths, i.e. when the actual temperature-sensitive element always is to be installed the same distance inside the part which is to be monitored, the embodiments which are illustrated in figures 4 and 5 are suitable for variable lengths, where the depth of the individual mounting hole determines how far into the part which is to be monitored the temperature-sensitive element is installed.

WO 00/62029 8 PCT/NO00/00105

When installing the sensor in the component which is to be monitored, it is important to avoid causing it any damage which impairs the component unnecessarily. If the sensor is to monitor a component which is exposed to stress, as will be the case with a crankshaft bearing, it is therefore vital to prepare specifications for where and how the installation should take place, and that this task is performed by qualified specialists.

5

10

15

20

25

30

35

Figure 6 illustrates how the present invention can be employed in the monitoring of a ship's engine installation consisting of two main engines 31, 32 and two auxiliary engines 33, 34. A number of sensors with associated antennae are arranged in each engine as already described, and these are connected to a control unit 3 which in this example comprises a multiplexer or another form of selector which controls the signals to and from the respective sensors. The control unit 3 is preferably placed in the engine room near the engines. From the control unit 3 the signals are transmitted via a data bus 6 to a computer 4 which constitutes the recording unit described above and which is placed in the ship's control room. This is connected to a printer 35 and an alarm centre 36.

From the control unit 3 the computer 4 receives data signals carrying information on the temperature measured at the different sensors. This information preferably contains both temperature data and data identifying the individual sensor, but alternatively the computer 4 may control the multiplexer in the control unit 3 in such a manner that temperature data are always received from the sensor to which the computer chooses to transmit a polling signal. The received temperature data are stored in the computer, and temperature information can be displayed graphically or alphanumerically on the computer screen. Temperature lists and historical data can also be printed out on the associated printer.

The computer will preferably be programmed to react to temperatures which exceed defined alarm thresholds. If one of the sensors indicates a temperature higher than the defined temperature threshold, an alarm signal will be generated which is transmitted to an alarm centre 36. It may also be indicated on the computer that an alarm condition exists. The alarm centre may be designed in a number of different ways in order to indicate that an alarm condition exists in the form of visual or audible information. The alarm centre 36 or the computer 4 may also be arranged to shut off one or more of

WO 00/62029 9 PCT/NO00/00105

5

10

15

20

25

30

35

the engines in the event of a predefined state of one or more alarms. It will also be possible to define several alarm levels for each individual sensor, such as, for example, for a visual alarm to be given at a first level, an audible alarm is activated at a second level, and at a third temperature level the drive speed or load on the engine or engines is lowered, or they are stopped.

It will be obvious to a person skilled in the art that within the scope of the invention it will be possible to implement a number of variations and alternatives. For example, the physical shape of the bolt 15 can be altered in order to be adapted to the component in which the sensor is to be mounted. Moreover, it will be appreciated that the sensor according to the invention is suitable for monitoring the temperature in a great many different components in machines and vehicles, and not only those which are mentioned herein. It will also be possible to perform the actual signal processing in the control unit in order to derive the temperature of the sensor in a number of different ways.

In a preferred embodiment the modified polling signal is composed of reflections from several points on the chip's surface, and with suitable measuring equipment the absolute phases from each individual reflection are measured. By combining these different absolute phases in order preferably to bring out certain differences between them, it is possible to determine the temperature unambiguously, and independently of the path which the signal has taken between sensor and control unit and the related delay. By calculating such differences, moreover, it is possible to achieve the same as is obtained by having a separate reference element with which the measurements are compared. It can therefore be said that one has a reference on the chip. In a preferred embodiment the actual polling signal will have a constant frequency which is amplitude or pulse modulated in order to be able to distinguish the modified polling signal from the original polling signal in the electronic metering circuits. It will also be possible to perform modifications which, for example, employ frequency-modulated polling signals (chirps).

It will also be clear to a person skilled in the art that the processing of the modified polling signal can be distributed between the control unit 3 and the recording unit 4, with certain properties of the signal being derived in the control unit and these being transferred to the recording unit for further

WO 00/62029 10 PCT/NO00/00105

processing there, for example for comparison with calibration values for the sensor elements, which can be stored in the control unit or on data files in the recording unit.

WO 00/62029 11 PCT/NO00/00105

## PATENT CLAIMS

- 1. A device for measuring temperature inside an inaccessible and/or movable mechanical part, comprising a temperature-sensitive element with a SAW chip (11) with temperature-dependent transfer function, where the
- SAW chip has a transducer which is designed to be connected to an antenna which is mounted on the outside of said part, characterized in that the temperature-sensitive element is provided in an encapsulation (14; 15; 15a) which is designed to be able to be placed and kept in position in a mounting hole in said part.
- A device according to claim 1, characterized in that said encapsulation (14; 15; 15a) is composed of a hollow bolt (15, fig. 3) designed to be screwed into said mounting hole and where the temperature-sensitive element is arranged internally in the bolt while at the part of the bolt which protrudes from said part there is provided an antenna (17) which is connected to the temperature-sensitive element via a transmission line (18).
  - 3. A device according to claim 2, characterized in that said bolt (15, fig. 3) is filled internally with a material (19) which keeps the temperature-sensitive element in position.
- 4. A device according to claim 3, characterized in that said material (19) is epoxy or a heat-resistant rubber sleeve.
- 5. A device according to claim 1, characterized in that said encapsulation (14; 15a) is designed to be arranged separately at the lower end of said mounting hole and that the device further comprises a bolt (15b) for closing the mounting hole and a material (19; 19a, 19b) which is designed to be placed between said bolt (15b) and the encapsulation (14; 15a), thus holding the encapsulation (14; 15a) securely in position after mounting.
- 30 6. A device according to claim 5, characterized in that said material (19; 19a; 19b) is a spring which, when the

5

device is mounted, presses the encapsulation (14; 15a) down against the lower end of the mounting hole.

- 7. A device according to claim 5, characterized in that said material (19; 19a; 19b) is epoxy or a heat-resistant rubber sleeve.
- A system for monitoring the temperature in one or more inaccessible 8. and/or movable mechanical parts, where there is arranged inside the respective parts which are to be monitored at least one sensor (1) comprising a temperature-sensitive element with a SAW chip (11) with temperaturedependent transfer function, and where each SAW chip has a transducer 10 which is connected to a respective first antenna (17) which is mounted on the outside of the respective part, characterized in that the temperature-sensitive element is provided in an encapsulation (14; 15; 15a) which is placed and kept in position in a mounting hole in the respective mechanical part; 15 that for each sensor (1) there is provided a second antenna (2) which is arranged in such a manner that it can transmit signals to and receive signals from this sensor (1) via said first antenna (17), said second antenna being connected via a signal cable (5) with a control unit (3) which, if the system contains more than one sensor (1), comprises a multiplexer; and 20 that the control unit (3) is arranged to be able to transmit a polling signal to and receive a modified polling signal from any of the sensors (1) via an associated signal cable (5) and associated second antenna (2), the control unit (3) being further arranged to process the received modified polling signal, 25 and, on the basis of the characteristics of the modified polling signal, to generate a data signal which is representative for the temperature of the sensor (1).
- A system according to claim 8, characterized in that on said SAW chip there are provided a plurality of reflectors (13), and that the control device (3) is designed to be able to 30 measure the absolute phases of the components of the modified polling signal which are connected to the respective reflectors and to generate said data signal by means of the differences between these absolute phases.

WO 00/62029 13 PCT/NO00/00105

5

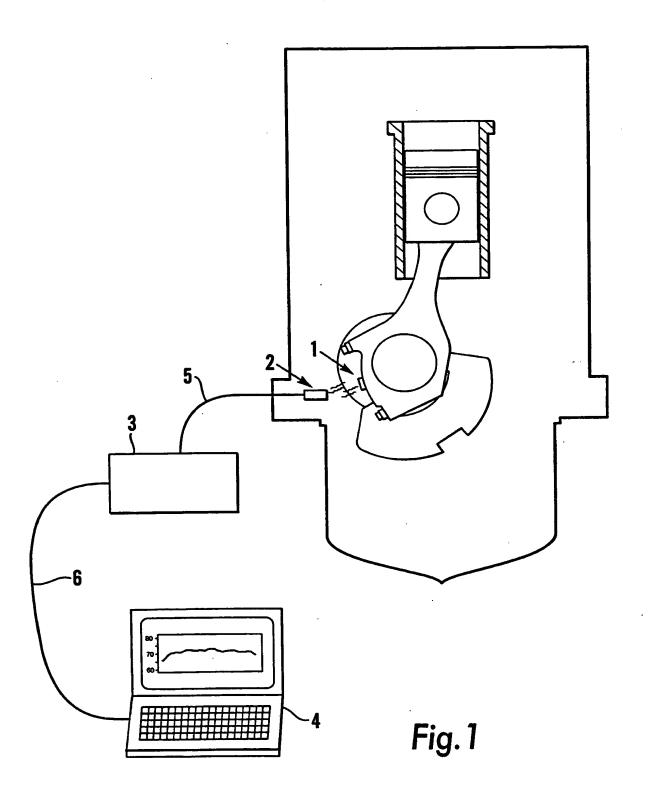
10

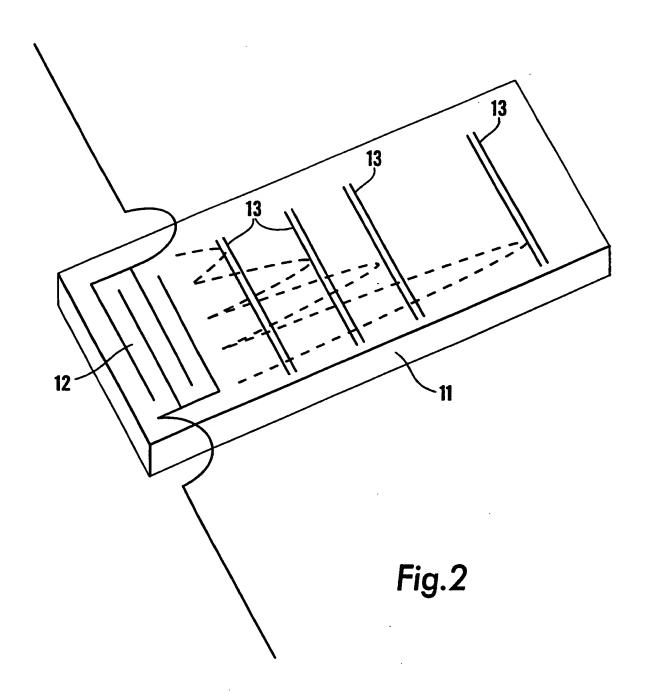
15

20

monitored is included.

- 10. A system according to claim 8 or 9, characterized in that the control device (3) is further connected to a recording device (4) via a data bus (6) and is arranged to transmit said data signal which is representative for the temperature of the sensor (1) to the recording unit (4).
- 11. A system according to claim 10, characterized in that the recording device (4) comprises a store for storing the received data signals or values which are derived therefrom and a display device for displaying information on these stored values graphically or in the form of alphanumeric characters.
- 12. A system according to claim 10 or 11, characterized in that the recording device (4) is arranged to generate a signal which indicates an alarm condition when it receives a data signal which indicates that the temperature at one of the sensors (1) is higher than a predefined threshold value.
  - 13. A system according to claim 12, characterized in that said signal indicating an alarm condition activates a visual or audible alarm.
- 14. A system according to claim 12, characterized in that said signal indicating an alarm condition results in a reduction in the load, a reduction in the drive speed or shutting down of a machine, an engine or a process in which the part whose temperature is being





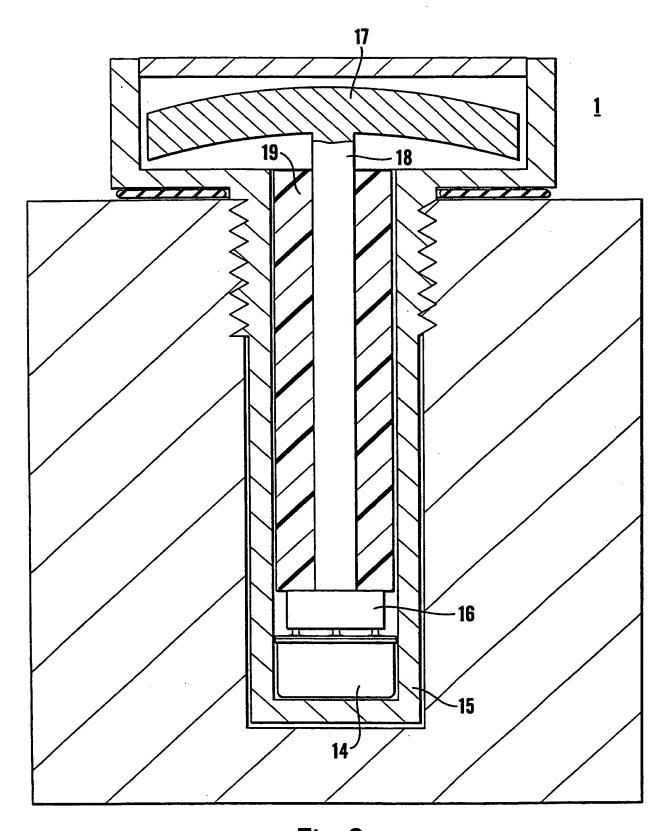


Fig.3
SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

4/6

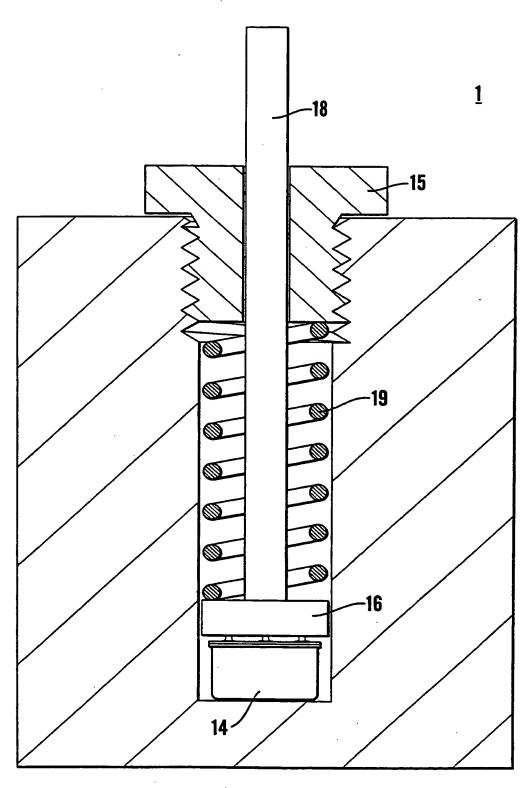


Fig.4



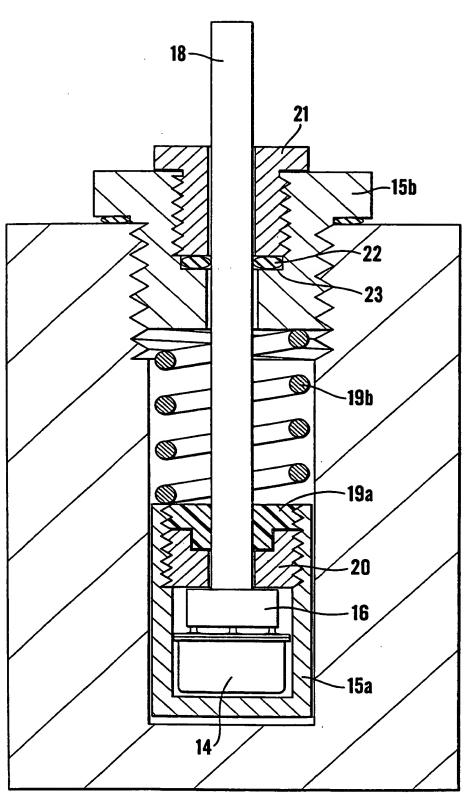


Fig.5

**SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)** 

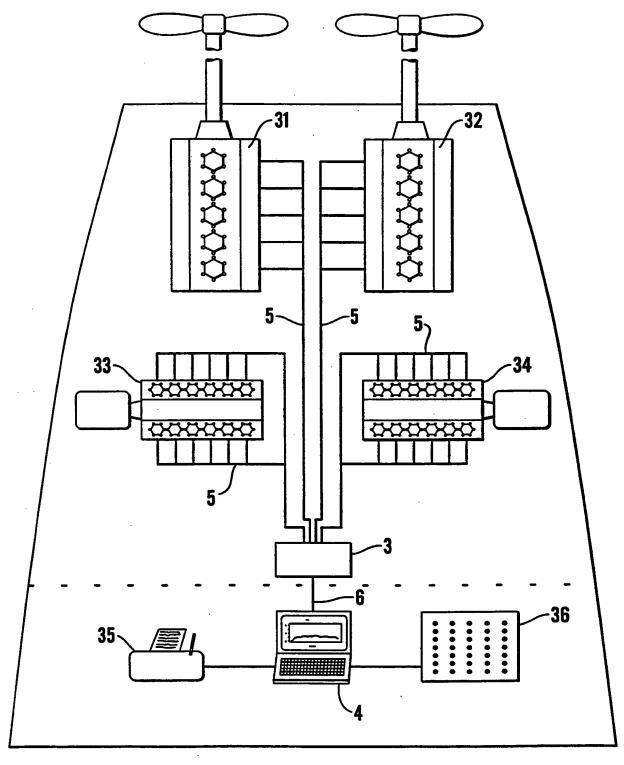


Fig.6

### INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/NO 00/00105

#### A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC7: G01K 13/08, G08C 17/00
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

#### FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC7: G01K, G01M, G01M, G08C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

## SE,DK,FI,NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

### C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 19723127 A1 (AKO-WERKE GMBH & CO KG), 10 December 1998 (10.12.98), figures 3,5,6	1,8,9
Y		10-14
Y	DE 4312596 A1 (KUNDO SYSTEM TECHNIK GMBH), 20 October 1994 (20.10.94), see the whole document	10-14
	<del></del>	
A	US 4398115 A (J.GAGNEPAIN ET AL), 9 August 1983 (09.08.83), figures 7-10, abstract	1-14
	<del></del>	
A	GB 2070393 A (UNISEARCH LTD.), 3 Sept 1981 (03.09.81), abstract	1-14

X	Further documents are listed in the continuation of Box C.	See patent family annex.
---	--	--------------------------

- Special categories of cited documents:
- document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" erlier document but published on or after the international filing date
- document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other "L" special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
- later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of mailing of the international search report 2 8 -08- 2000 Date of the actual completion of the international search

24 August 2000

Name and mailing address of the ISA/ **Swedish Patent Office** Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM

Authorized officer

Lars Jakobsson / itw Telephone No. + 46 8 782 25 00

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

Facsimile No. + 46 8 666 02 86

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/NO 00/00105

C (Continu	ation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	WO 9709596 A2 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT), 13 March 1997 (13.03.97), abstract	1-14
A	DE 19724784 A1 (RAAB KARCHER ENERGY SERVICES GMBH), 17 December 1998 (17.12.98), abstract	1-14
A	US 5438322 A (J.M.MARTIN ET LA), 1 August 1995	1-14
	(01.08.95), abstract	
	<del></del>	
		·
		× 1
	·	
	•	
	,	
	•	
	·	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No. PCT/NO 00/00105

Patent document cited in search report			Publication date	Patent family member(s)		Publication date	
DE	19723127	A1	10/12/98	AU EP	6985498 A 0883327 A	10/12/98 09/12/98	
DE	4312596	A1	20/10/94	EP	0627716 A,B	07/12/94	
US	4398115	A	09/08/83	DE EP SE FR	3168115 D 0041168 A,B 0041168 T3 2483076 A,B	00/00/00 09/12/81 27/11/81	
GB	2070393	A	03/09/81	AU AU CA DE JP JP JP US	533981 B 6661181 A 1142621 A 3102334 A,C 1037797 B 1552089 C 56149696 A 4399441 A	22/12/83 30/07/81 08/03/83 10/12/81 09/08/89 23/03/90 19/11/81 16/08/83	
WO	9709596	A2	13/03/97	NONE			
DE	19724784	A1	17/12/98	AU EP WO	8530498 A 0996426 A 9855100 A	21/12/98 03/05/00 10/12/98	
บร	5438322	A	01/08/95	NONE			